計算文学入門

Thomas Mannの 「魔の山」の執筆脳 を考える

花村嘉英

本書を通じて読者に伝えたいことを、最初にまとめてみます。

文学作品を扱った先人の優れた業績、例えば、評論や翻訳は数多く存在します。しかし、論理 文法を介して自然言語を論理言語に翻訳しながら(またはその逆の操作を繰り返しながら)、作家 の推論を探るといった例はあまりありません。作者の推論を解き明かすことに成功すれば、次 のステップとして文学作品とテクニカルコミュニケーションのマージも可能となり、シナジーの 領域に歩を進めることができます。読者の中で本書が扱うようなテーマに興味を持っている方が いるならば、日ごろから読んでいる作品を使って、是非、作者の推論(様相や時間など)を各自 で調べてください。

「魔の山」を題材した理由は、この作品が Thomas Mann の「イロニー」の重要な転換期にあたるとい われているからです。つまり、「魔の山」以前は、イロニーが倫理的で批判的な条件であるのに対し(つまりイロニーが強い)、「魔の山」ではイロニーが教育的になり、人間の理想像へ接近するための手段になります。そして、その後の作品の中で理想的な人間像が実現される、つまりイロニーが芸術的になります。また、「イロニー」に注目した理由は、理論言語学の領域で、イロニーを表現することが難しかったからです。そこで、これまで単体的に扱われていた「魔の山」と論理文法のマージを繰り返し、ある時、多値論理のグル ープに属する様相論理からファジィ理論へと到達しました。本書では、あくまで簡単なファジィ理論を適用しながら「魔の山」を解析し、嚙み砕いた要素を組み立てていきます。

筆者がファジイ理論に迪り着いた過程を論理文法による言語分析を使って説明していきます。本書において、論理文法は、言語系とシステム系の論理の緩銜材という位置づけです。理由は、両者の仕組みが異なるためです。論理文法については、Montague Grammar、HPSG、直感主義論理を経てファジィ理論へと進んでいきますが、特に、Richard Montague による言語分析(PTQ)とThomas Mannの「魔の山」をマージすることにより、何か異質のもの(ここではファジイ推論)を引き出せるかどうかがポイントになります。つまり、Thomas Mannのイロニーを形式論によって記述する場合、ファジイ推論を選択することが現状ではベストであるという結論を探っていきます。

Thomas Mannの文体いえる「イロニー」が、どうしてファジイ推論と関係があると考えたのか。それは、両者の間に共通の特徴を見い出すことができるためです。

Baumgart (1964)による Thomas Mann の「イロニー」の定義。

"Als die Bedingung seines Prosas hält Thomas Mann immer die Distanz zur Wirklichkeit, einmal um sie so genau wie möglich zu betrachten, einmal sie zu kritisieren, das heißt ironisch. ... Die kritische Distanz konnte zu einer ironischen Distanz werden. Tatsächlich ist der kritischen Prägnanz eine Art grenze gesetzt, die aus der Beschaffenheit des sprachlichen Mediums selbst dem Bedürfnis nach einer restlos präzisierten Begriffssprache entgegenwirkt."

「Thomas Mann は、散文の条件として常に現実から距離を置く。一つには、現実をできるだけ正確に考察するために、また一つには、それを批判するために、つまり、イロニー 的に。...この批判的な距離は、イロニー的な距離となりうるだろう。実際、批判的な表現における簡潔さには、余すところなく正確に規定された概念言語の要求に対して、言語媒体そのものの特徴から反対の行動をとるある種の制限が設定されている」。

Yager et al (1987)によるZadehの「フアジイ」の定義。

"There is an incompatibility between precision and complexity. As the complexity of a system increases, our ability to make precise and yet non-trivial assertions about its behavior diminishes. For example, it is very difficult to prove a theorem about the behavior of an economic system that is of relevance to real-world economics."

「正確さと複雑さは、両立が困難である。システムの複雑さが増すと、その 振舞いについて正確ではっきりとした主張はできなくなってくる。例えば、現実の経済と関連したシステムの振舞いを推測することは、大変に難しい」。

本書は、タイトルにもあるように計算文学の入門編という位置づけです。人間とコンピュータの間にロジックを立てることは標準であり、「Thomas Mannはフアジイネス」といった組み合わせを見つけることで、 仮に既に亡くなってしまった作家の分析をコンピュータ上で行う場合 でも、その方向性を規定することがでます。例えば、リレーショナルデータベースによる分析。無論、そのためには、緩衝材(本書ではMontague文法)を設ける必要があります。立てるロジックの方向性が決まれば、つまり、言語系だけではなくシステム系にも延ばせるようにテーマを組むことができれば、人間とコンピュータのやり取りはスムーズに進み、結合や比較といった単体的な処理ではなく、マージによる全く異質の新しい物を見つけることにもつながっていきます。

計算文学の定義

マクロの文学分析は、地球規模とフォーマットのシフトからなっています。地球規模は、東西南北、できればオリンピックです。フォーマットのシフトでは、縦横に購読脳と執筆脳を置いてL字にマージをしていきす。そのため、データベースを作成し、データを処理していきます。データベースは、今のところ、魯迅、森鷗外、井上靖、トーマス・マン、ナディン・ゴーディマ、川端康成です。今後、さらに増やしていく予定です。

本著でいう計算文学とは、論理計算と統計処理からなる文学分析(カリキュレーション)を指します。数理や技術を駆使するコンピューティングも含めた理系の手法とは異なります。あくまで、小説のリレーショナル・データベースを作成し、そこから作家の執筆脳を分析するというスタンスです。

Thomas Mann は、散文の条件として常に現実から距離を置く。一つには、現実をできるだけ正確に考察するために、また一つには、それを批判するために、つまり、イロニー的に。…この批判的な距離は、イロニー的な距離となりうるだろう。実際、批判的な表現における簡潔さには、余すところなく正確に規定された概念言語の要求に対して、言語媒体そのものの特徴から反対の行動をとるある種の制限が設定されている。

そして、ザデーはいう。正確さと複雑さは、両立が困難である。システムの複雑さが増すと、 その振舞いについて正確ではっきりとした主張はできなくなってくる。例えば、現実の経済と関連したシステムの振舞いを推測することは、大変に難しい。

つまり、トーマス・マンもザデーも、物事を深く正確に突き詰めていってもそこには限界があり、逆に深追いしないことにより良い結果が得られることを主張しています。そこで私のブログでは、ファジイ理論とThomas Mannのイロニーをさらに掘り下げて、両者の整合性を見ていくことにします。 そして、トーマス・マンの「魔の山」の購読脳の出力は、イロニーとファジィとし、これが横に滑って作家の執筆脳であるファジィとニューラルにたどり着くというストーリーです。ファジィは、様相を拡大した推論であり、ニューラルは、直感とします。

Thomas Mannのイロニーを一種の推論と見なし、テキストのダイナミズムを考察します。題材とする「魔の山」がThomas Manの全集においてイロニーの交差点と見なされているからです。 (Baumgart 1964:147)

Frommer (1966)によれば、諸々の対象は論理的に共存不可能ですが、それを可能にするためにイロニーが使われます。イロニーは、最終的な決定を知らない、それ故に、一種の推論になります。「AでもなければBでもない」とか「AでもありBでもある」の観点を対話の単位と結びつけます。すると、双方の側面に対して留保することにより、両方へ同時に接近することができるようになります。これは、美的で中立な表現として主人公Hans Castorpのイロニーとなり、その都度、他方を批判するために、双方の観点を交互に自分のものとし、彼自身の中で二重に矛盾した社会参加(アンガージュマン)の表現となっていきます。

一方、これまで理論言語学の枠組みでイロニーを表現することは難しかったです。(Hamm 1989 70)しかし、Thomas Mann のイロニーと Zadeh の ファジィ理論の間に複数の共通項(イロニーの原理)が見い出せること から、本書では、Thomas Mannのイロニーを形式論で表記するためにファジィ理論を採用し、テキスト(「魔の山」)のダイナミズムを考察していきます。

イロニーの原理

a) 定義 Thomas Mannは、彼の散文の条件として常に現実から距離を置きます。一つには、現実をできるだけ正確に考察するために、また一つには、 それを批判するために、つまり、イロニー的に。 ... この批判的な距離は、 イロニー的な距離となりうるのです。実際に、批判的な表現における簡潔さには、余すところなく正確に規定された概念言語の要求に対して、 言語媒体そのものの特徴から反対の行動をとるある種の制限が設けられています。一方、ファジイ理論は、システ

ムが複雑になればなるほど、より正確な記述ができなくなることを主張します。

b)特徴 双方に共通の特徴として、主観性を想定することができます。周知の通り、ファジィ理論は、科学の中に客観性ではなくて、主観性を導入します。一方、Thomas Mann と Hans Castorp が歩んでいく道をベースにしたイロニーの原理は、自己を乗り越える原理です。 つまり、ファジィ理論における主観性は、個人的な主観であり、Thomas Maimの主観性は、超個人的な主観(主体性)となります。しかし、何れにせよ双方共に個人による規定や決定が問題となっており、両者をまとめて広い意味で主観と呼ぶことができます。

c)語の選択 Thomas Mannが使用するイロニー的な語彙、例えば、形容詞とか副詞は、意図的な不正確さを通して言葉が持っている本来の意味合いをはずします。一方、ファジイ集合によって表現される概念は、「背の大きい人達」や「多かれ少なかれ」といった曖昧な概念であり、外延的でも内包的でもない中間的なものとなります。

直感主義論理に基づいた簡単なドイツ語の文法を考察ます。レキシコンは、基本表現に範疇を割り当てていきます。範疇文法は、直感主義のタイプ理論を形式化する規則です。そしてシュガーリングの規則は、形式化された表現がドイツ語として認知される語彙の連鎖を返します。

Ranta の文法とMontague文法の違いは、前者がシュガーリングと意味の説明の基礎となる表現を形式化しているにすぎない点です。Montague文法は、(i) 基本表現を分析榭に結合させ、(ii) 分析樹を単純な文にシュガーリン グするといった二重構造となっています。もちろん、Ranta の文法も意味と形式間のパラレルな関係を要求します。

まず、多くのドイツ語の表現がタイプ理論の意味で直接レキシコンに導入されます。範疇化が存在論の意味を持っているため、各表現に対してタイプ理論の意味合いを作ることができます。また、ドイツ語の量化表現(jederや不定冠詞)の範疇化は排除します。これらの語彙が Σ と Π による表現を示すことができないため、レキシコンにjederを登録してから、"jeder Mann"を"x"と置換してシュガーリングを掛けていきます。 しかし、jeder が強い意味を持つと、 Π のシュガーリングに問題が生じます。 jederが弱い意味を持つと、一意な意味がでます。その場合、jederに対する形式表現は Π となり、不定冠詞は Σ になります。こうしたシュガーリングの規則の特徴は、擬似的な範疇化によって表現されます。擬似的に範疇化された表現を持つと、パージングの規則は、一定の方法でそれを処理することができます。

レキシコンを考察しましょう。普通名詞、固有名詞、動詞および形容詞が範疇化されます。語彙登録は、シュガーリングのパターンを示しています。レキシコンを持つことによって、名詞の集合や動詞の関数が定義され、上述した \sum 、 \prod 、pair、 λ 、p、qおよびapといった演算子もそこに含まれます。さらに、SとNという演算子が導入されます。これらは、タイプ理論の命題表現を変数として取り、文章と名詞を返します。

シュガーリング規則のシステムを見ていきましょう。対象は、ドイツ語の断片です。[E/F]とは、表現Eを表現Fで置換することを意味します。 $\{E, F, G\}$ は、E, F, G が選択できることを示しています。補助規則は、まず、単数の表現を再帰代名詞に戻し、主要な変数としてマークを付け、照応表現の範囲に設定します。次に、SとNの演算子を規定する際、規則(Q)、(C)、(R) が重要になります。規則(Q)は、直感主義のタイプ理論の量化表現をドイツ語の文章にシュガーリングする規則です。規則(C)は、 Σ と Π を限量詞というよりも連結詞と見なして、結合と条件のシュガーリングを処理します。規則(R)は、表現が、関係代名詞によつて修飾された名詞にシュガーリングが掛かることを説明しています。最後に形態操作の説明です。VF動詞(X3人称単数現在)、名詞の目的格 X4 ACCと所有格GEN、不定冠詞INDEF、人称代名詞PRON、関係代名詞 REL、再帰代名詞REFLが、シュガーリングの規則のための形態操作として導入されます。

ファジィ集合は、古典的な集合論の拡張であり、「若い」、「大きい」 などの言語上の変数 によって表記されます。また、「とても」、「ほとんど」、「かなり」といったいわゆる修飾語 によっても変化することがあります。例 えば、「背の大きい人達」という集合を考えてみましょう。ここでは、言語の変数「大きい」が問題となります。「魔の山」において、Joachim

Ziemßenは、 Hans Castorpよりも「背の大きい人達」という集合に属することになります。しかし、Joachim Ziemßenは、どの程度この集合の特徴を満たしているのでしょうか。これを測るために、メンバーシップ値とメンバーシップ関数が存在します。 μ A (x) = 0.7 これは、Xが集合Aに対して0.7のメンバーシップ値を持っていることを表しています。

例えは、ダボスの療養所に到着した時点で23歳であった Hans Castorp の性格の一面を見てみましょう。Hans Castorpの両親は、彼が5歳から7歳にかけて共に死亡しています。最初に母親が塞栓症で亡くなり、父親も妻を頼っていたため、それ以来、精神的にもろくなり弱くなりました。 頭が朦朧として、仕事でもミスが出始め、その結果、彼の会社 「Castorp & Sohn」は、莫大な損失を被りました。翌々年の春に、強い風の吹く港にあった倉庫の検査をしている際、肺炎を患い、動揺した彼の心臓 は高熱に耐えられず、手厚い介護にも関わらず亡くなりました。その後、 Hans Castorpは、祖父にあずけられます。仕事がきついと健康が損なわれることは、上述のファジィ理論の表記を使用すると次のようになります。

```
\muhard (momentary)=1 
 \muhard (momentary) = 0.8 
 \muhard, disordered (momentary) = min (1; 0.8) = 0.8
```

また、要素x0のメンバーシップ値 μ A(x0) への割り当てが、曖昧な場合があります。つまり、メンバーシップ関数 μ A(x0)自体が、曖昧となる場合が想定されます。これは、ウルトラファジィと呼ばれるケースです。上述したように、Hans Castorpは、幼少の時代に両親を亡くしていることから、元々我慢強い性格の持ち主といえます。両親が生きている間は甘えていられますが、一人になれば自ずと甘えは消えて我慢強くなります。この問題は、ウルトラフアジイによって表現することができます。

集合論の演算と論理学の演算の違いを確認しましょう。集合論の演算では、2つのファジィ集合が完全に結合し、最後に再び集合が成り立ちます。例えば、我慢強い子供の集合は、月並みな子供の集合と結合し、最後に我慢強くて月並みな子供の集合が成立します。論理学の演算では、考察される要素の特徴が結び付けられ、最後に何れかの特徴を持った要素が立ちます。ある子供の我慢強い特徴は、その子供の月並みという特徴と結びついて、我慢強くて月並みな特徴を持った要素(Hans Castorp)になります。

面白いことに、人間は、論理思考において、和結合または共通結合を純粋に使用することはごくまれです。たいていは、双方の中間に存在する結合を使用しています。「魔の山」の中で、Hans Castorp は主人公であり、Joachim Ziehmßenは一人の登場人物です。Hans Castorpは、孤児で我慢強く背丈は中ぐらい。Joachim Ziehmßenは、体の幅があり背丈も大きくて几帳面な男です。ここで、我慢強くて強い男が求められているとしましょう。簡単のため、双方の特徴は、選択時に同じように重要であることが前提となっています。Hans Castorpは、我慢強いが、強いというほどではない。いわば、我慢強さに対しては、メンバーシップ値が0.9となるが、強さに対しては、0.5ぐらいです。Joachim Ziehmßenについても、同様にメンバーシップ値を当てること

ができます。我慢強くて強い男の集合に対する双方のメンバーシップ 値を求めるために、最小値 を求める演算が適用されます。

古典論理では、この点が説明できません。我慢強くて強い男の集合は、 どちらも我慢強くて強い特徴を同時にそして完全に満たしていないため、空の集合になってしまいます。一方、ファジィ論理は、こうした点を補 うことができます。和結合と共通結合の間に相補演算子ラムダとガンマを置くからです。ラムダ演算子は、パラメータが純粋な和結合と純粋な共通結合の間のどこに位置しているのかを示してくれます。そして、 $\lambda=0$ の場合、共通結合の演算子となり、 $\lambda=1$ の場合に、和結合の演算子になります。ガンマ演算子は、相補的な和結合の演算子ゆえに人間の感情をうまく再現してくれます。つまり、2つの集合のうちの一つを優先させるに際に効果があります。Gamma = 0の場合、和結合の演算子となり、Gamma = 1の場合、共通結合の演算子となります。

修飾語(sehr とても)、mehr oder weniger(多かれ少なかれ)も一種の演算子と見なされます。但し、多少の影響は出ますが、概ね真理値に変更は出ません。つまり、考察される要素の特徴を強めたり弱めたりする程度です。例えば、sehrは、ファジィ理論の中でメンバーシップ関数の2乗によって表記されます。mehr oder wenigerは、メンバーシップ関数の平方根によって表記されます。こうした修飾語を使用することにより、ファジィ集合の様々な組み合わせが表記できようになります。

ファジイ集合と修飾語の組み合わせの代わりに、独自の論理を定義することも可能です。これは、個々の集合の制限をそれぞれ決めることができるといった利点があります。

要素自体がファジィの場合を考えてみましょう。例えば、10ではなく、だいたい10または10±10%などの扱い方が問題になります。すべての測定値は、 通常、絶対的な量や値ではなく、多かれ少なかれ許容範囲を伴う大きさです。つまり、測定器または測量器が示す値は、無条件で受け入れられるべきではなく、常に測定器などの公差を伴うものとします。こうしたことは、測定技術において自明なことです。上記の数字は、インター バルとして考察され、数字自体(例えば、測定値)は、その中央に存在 し、その幅は、公差によって規定されます。例えば、体温計が、36℃の体温を示しているとします。その公差を±1%とすると、メンバーシップ関数による表記は、三角形になります。

測定値(36°C)とインターバルの制限を確認します。精度の低い測定器は、公差が大きく、大きなインターバルになります。一方、精度が高い測定器は、限りなく公差が小さく唯一の明白な値となります。また、垂直の線は、公差による値が問題となることを示しています。

では、曖昧な数字のメンバーシップ値は、どのように算出するできるのでしょうか。最善の方法は、双方のメンバーシップ関数の交点において最大値を選択することでしょう。例えば、体温計による測定値 36.0° C $\pm 0.4^{\circ}$ C と健康の目安といえる曲線の流れが与えられます。それらを重ねると、その結果としてが出てくきます。ファジィ集合「病気」に対する 36.0° C $\pm 0.4^{\circ}$ Cのメンバーシップ値は、0.3から0.6 の範囲ですが、最大値を使用することが実践的です。さらに、多くのファジィ集合が問題になる場合もあります。平温には個人差があり、低い人もいれば、高い人もいます。但し、ここで紹介した方法とは異なるものが、よりうまくこうした問題を解決できる

ならば、無論それをやさしい曖昧な数学に取り入れることに異論はないでしょう。

体温計は、「魔の山」の中でしばしば話題になります。それは、療養所ゆえに検温が義務付けられているためです。Joachim Ziemßenが検温の際にぼやく場面があります。Joachimは、カタルを患っているため、時々発熱します。昨晚38°Cあった熱が37.5℃に下がった時、体温計に付いている目盛りを見ながら、この目盛りのおかげで軍務につけないとHans Castorpに心境を語っています。

また、Hans Castorpが発熱する場面もあります。ある日の朝食後、体温計の水銀柱が37.7 $^{\circ}$ Cに上昇し、晩方は37.5 $^{\circ}$ Cでしたが、翌日の早朝は37 $^{\circ}$ Cに下がり、昼時にまた37.7 $^{\circ}$ Cに上がる様子が描かれてます。

ファジィ論理の主要領域は、ファジィコントロールです。ファジィの値に基づきプロセスを素早く簡単に規則化できれば、ファジィ論理の適用が意義のあるものになるからです。ファジイコントロールとは、数学的なプロセスモデルではなく、「温度が高くて圧力も高ければ、弁は完全に開く」といった言語を形式化した単純な規則です。それ故に、部分的に近づくことができないプロセスパラメータを伴って規則化されることもあります。フアジィコントロールは、ファジィ化、推論そして脱ファジィ化により構成されます。それでは一つ一つ見ていくことにしましょう。

a)ファジィ化

曖昧でない値をファジィ集合へ割り当てることが問題になります。その値のファジィ集合に対するメンバーシップ値は、メンバーシップ関数が決定します。実際、メンバーシップ関数は、一つ一つ線的な流れによって証明されます。例えは、Hans Castorpのある症状(めまい)との触れ合いを期待する度合を7とします。(ここでは簡単のために、期待を指数で表すことにします。)メンバーシップ関数が与えられると、結果として彼のイロニーは、ファジィ集合「中ぐらい」の中で0.2、ファジィ集合「高い」の中で0.8になります。

b)推論

推論は、変数の結合規則により実行され、加工規則または生産規則としても表記されます。例として、Hans Castorpの幼年時代を考えてみましょう。両親が亡くなってから、祖父がなくなるまでの1年半、Hans Castorpは、祖父の下で生活しました。Hans Castorpが祖父を見ている場面があります。「特別で半分夢を見ているようなそして半分不安な感情、それが交互にやってきてしばらく留まり再び元に戻っていく。一種のめまいである。幼いHans Castorpは、以前から知っているこうした感情に触れることを期待し、そしてまた希望しました」。Hans Castorp の期待が高まり、突然その願望が姿を現すと、彼のイロニーは強くなります。

ここで、和結合には最小値の演算子が、また共通結合には最大値の演算子が割り当てられます。そして、これまで記述したすべての規則を利用することにより、出力変数のメンバーシップ関数の面が、その数の都度の値が算出されます。最大/最小の方法は、出力変数のメンバーシップ関数の面が、その

都度算出されたメンバーシップ値によって部分的に灰色で区切られています。最大/積の方法は、 出力変数のメンバーシップ関数の面が、 その都度算出されたメンバーシップ値によって算出され ます。

c)脱ファジィ化

(例えば、注意深く繰り返すこと。)

脱ファジイ化は、様々なファジイ集合に割り当てられる出力変数の正確な値を算出します。つまり、曖昧な事柄を具体的な数字や値に変換していきます。最大/最小または最大/積の方法によって数字が統合され、重心が算出されます。

「計算文学入門」では、記憶とは、予め蓄えられた情報を必要に応じて呼び出すことができる能力としています。簡単に言うと、記憶には、 短期記憶と長期記憶があります。前者は、数秒から数分間蓄えられる情報で あり、後者は、一生の間保存することができる情報です。

短期記憶には、感覚知覚的なものと一次的なものがあります。感覚知覚的な刺激は、数百ミリセカンドもない間にコード化され、重要な特徴を引き出せるように自動的に感覚記憶に蓄えられます。しかし、経験からもわかるように、たちまちにして忘れてしまいます。短期間の感覚知覚的な記憶から継続的なものへ情報を移動させる場合、通常、感覚的なデータを言葉によりコード化する方法が採用されています。一次記憶は、言葉によりコード化されたデータを一時的に取り出す際に役に立ちます。この容量は、感覚知覚的な記憶に比べて小さくなります。また、非言語的にコード化されたデータは、訓練によって一次記憶から継続的な二次記憶へと緩和されます。

長期記憶には、二次記憶と三次記憶があります。二次記憶は、継続的な大きい記憶システムです。一次記憶との組織上の違いは、記憶からデータを呼び出す際に生じる間違え方によって明らかになります。一次記憶の場合、pとbのような音声的に似ている音の取り違えが問題になりますが、二次記憶の場合は、類似した意味による単語の取り違えが問題になります。その他の弁別特徴として、データ処理の時間を考えることができます。例えば、一次記憶は速く、二次記憶は遅くなります。二次記憶における忘却は、事前に学習されたことを通して学ぶべき題材に干渉することが原因となっています。つまり、こうした忘却は、物事が起こる前に反応する先走りによる障害から起こっています。先見的な障害は、学習したことに関する多くの蓄えを自由に処理することができるため、重要な要素となります。こう考えると、大部分の忘却は、予め学習したことに責任があるようです。

三次記憶において問題となるのは、記憶痕跡(エングラム)です。例えば、これは、固有名詞、読み書きの能力、医学的な理由で他のすべての記憶が失われたとしても、もはや忘れることのない手先の器用さなどのことです。三次記憶という特別な記憶形式の中に蓄えられているこうした記憶痕跡は、極めて短い時間のデータ処理により際立ってくるようです。但し、二次記憶の中で著しく固まってしまった記憶痕跡も同じように扱うことができます。それ故、長期記憶のモデルは、二次記憶と三次記憶に相応します。

経験や体験に基づいた記憶や学習から得た知識は、推論の土台になります。 ダホスの療養所に着いて間もないHans Castorpは、Joachim Ziemßenから 平地と異なる山の上の慣習について話を

聞かされます。そして、ホールから出てくる二人が、主治医のBehrensと危うくぶつかりそうになります。 Behrensは、「おい、気をつけてくれ」と二人に言い、「お互いにとって事が多少悪く運ぶ場合もあったぞ」と強いNiedersachsen (オランダと接するドイツ北部)地方の方言で、くどくどした何かを嚙むような口調です。 Hans Castorpは、Hamburg (北欧への玄関口)の出身で、発音などに特徴が出る方言による言葉の違いは理解できました。これは、記憶から呼び出す際に似ている音声を誤って取り違えてしまう一次記憶の特徴でしょう。

また、二次記憶は、似通った単語の意味を取り違えることを問題とします。Hans Castorpは、通常ダボスのメインストリートにある床屋で散発します。突然、好奇心の強い喜びが混ざった一種の驚きを伴う眩暈に襲われます。よろめきと欺瞞からなる言葉の揺れ動く二重の意味を持つ眩暈。「まだ」と「再び」が渦まいてもはや区別できなくなります。これは、眩暈により、時間の概念が識別できなくなるほどHans Castorpの二次記憶が支障をきたしている例です。

三次記憶は、体にしみこんだ記憶痕跡が問題になります。Hans Castorpは、 3週間の予定で夏季休暇を過ごすため、ダボスに療養中のJoachim Ziemßenを訪問します。ダボス駅における再開の場面で、列車がまもなくダボス駅に到着する際に、「ハンブルクの声」を耳にします。Thomas Mannは、確かにJoachim Ziemßenの声によって方言の色合いを出したかったのでしょう。実際に、Hans Castorpは、Joachim Ziemßenを固有名詞として記憶にとどめており、これは、言葉の問題を越えた一種のエングラムの例と見なすことができます。Hans Castorpは、Joachim Ziemßenを二次記憶という特別な記憶形式の中に蓄えていて、極めて短い時間でそのデータを処理しています。

先にも述べたように、イロニー的な距離とは、物事を正確に把握すると同時に批判的にも捉えることができる間隔のことです。Hans Castorp と Chauchat 婦人の距離(3.4 m) に関するメンバーシップ値を割り当てると、近いは0%、中ぐらいは60%、遠いは 40% になります。ここで、注意するべきことは、この値が単なる物理的な距離ではなく心理的な距離も表している点です。次に、ファジィ化で算出したメンバーシップ値に推論規則を適用します。推論規則は、日常の経験に基づいています。例えば、距離が近ければ離れ、中ぐらいならばそのままで、遠ければ近くなる

また、結合演算子も問題になります。問題を短時間で解決するために、和結合には最小値の演算子が、共通結合には最大値の演算子が適用されます。そして、最後に、出力の部分集合のメンバーシップ値が計算されます。これは、結論を導くためのメンバーシップ値に対する前提から引き継ぐことになります。個々のファジィ集合には、最低一つの推論規則が必要です。出力値のメンバーシップ値は、高い方できられます。これは、最大/最小の方法と呼ばれており、出力となるメンバーシップ関数の各ファジィ集合に対して、その結果となるメンバーシップ値を移行する方法です。この方法によるメンバーシップ値の推移は、恣意的な選択です。調節の必要があるイロニー的な距離の値は、脱ファジィ化において算出されます。

脱ファジィ化は、ファジィ的な事柄を具体的な数や値に変換します。 一般的に、重心に基づいた脱ファジィ化が経験に見合った結果をもたらしてくれます。ここでは、「遠近の混合器」においてどのくらいの距離が調節されなければならないのかを確定します。脱ファジイ化の方法として、 最大値の中間を取るものが採用されます。これは、出力集合の最大値の中間にあたる横座標の値を出力値として使用する方法である。物理的で心理的な距離を測定する場合、置かれた状況によって数字の持つ意味が異なることは、主観的な印象や個人の経験に基づいて理解できます。求められたイロニー的な距離は、4mになります。但し、部分的な平面のオーバーラップは、顧慮されていません。

Dr. Krokowski が、Davos の療養所で行う講演や日常会話の中で用いる 音にまつわるイロニーの問題を考察してみましょう。Hans Castorp、Dr. KrokowskiそしてJoachim Ziemßen 三者がおりなすイロニーの距離が対象になります。Dr. Krokowskiは、療養所の患者たちを前に定期的に講演会を開きます。 Hans Castorpは、当初Dr. Krokowski の講演に居合わせた Chauchat 婦人が気になって、話の内容がつかめませんでした。どうやらテーマは愛の力のようです。純潔と愛の戦いは、まず純潔が勝利しますが、愛は死なずに生きており、暗がりの中で自らを満たそうとします。はたしてどのような形で愛は再び現れるのでしょうか。愛は病気という形で現れると Dr. Krokowski は説きます。こうした結論は、療養所にいる患者たちに対するDr. Krokowski 一流の気配りです。しかし、Hans Castorp は、健康を自負しており、次回から講演会に参加する気にはなりませんでした。そのため、カタルを患うJoachim Ziemßenとの距離は、比較的遠いものでした

ここで問題となるのは、Dr. Krokowski の話し振りです。引きずるような柔らかい感じの "r" を

遠方から聞こえるかのように鳴らすバリトンのため、舌音と唇音の間に薄い母音を伴う1.5音節の彼の"Liebe"は、 水気の多いミルクのように何やら青白い気の抜けたイメージのものとなり、 Hans Castorpには不快でなりませんでした。それもあってか、講演後、 Hans Castorp は、 Joachim Ziemßen に Dr. Krokowski の話しはさほど満足の いくものではなかったと語っています

療養所は、午後安静療養の時間になります。Hans Castorp が Dr. Krokowski と対話をする場面があります。バリトンで柔らかい引きずるような何か飾りをつけた異国風の口蓋音 "r" に特徴がある Dr. Krokowski の話し振りは、Hans Castorp と Joachim Ziemßen のイロニー的な距離にも影響を与えます。「我々の関係は新しい段階に入りました。つまり、あなたは、客人から同胞(Kamerad)になったのです。私の目にはカタルを患っているように見えます」と Dr. Krokowski は説明します。Hans CastorpとDr. Krokowski の距離が同胞となったことにより、Hans CastorpとJoachim Ziemßen は、同じ病気(カタル)を患う療養所の住民という関係になりました。つまり、二人のイロニー的な距離は近づいたのです。

最初に、Hans Castorp、Dr. Krokowski そして Joachim Ziemßen 三者の距離 をファジィ化します。Dr. Krokowski の話し振りは、「かすかな声」、「穏や かな声」そして「飾り気がある」に分類されます。また、Hans Castorp の病状に関する特徴は、「軽い」、「中ぐらい」そして「重い」です。それぞれメンバーシップ関数の推移が恣意的に選択されます。また、Hans Castorpと Joachim Ziemßen のイロニー的な距離に対してもメンバーシップ値を割り当ててみましょう。

次に、推論規則が立てられます。例えば、「Dr. Krokowski の声に飾り気 があって Hans Castorp の病気が軽けれは、Hans Castorp と Joachim Ziemßen のイロニー的な距離は遠くなる」という規則です。ここで、 和結合に対しては最小値の演算子が、共通結合に対しては最大値の演算 子が使用されます。簡易的に一覧表を作ってみよましょう。実際に、具体的な数字を推論規則の前件にあてはめていきます。そして、推論規則の後件を求めるために、次のような推論を適応します。「Dr. Krokowski の声に飾り気があり Hans Castorp の病気が中ぐらいならば、 Hans Castorp と Joachim Ziemßen のイロニー的な距離は近くなる」。

また、「Dr. Krokowski の声が穏やかで Hans Castorp の病気が中ぐらいならば、 Hans Castorp と Joachim Ziemßen のイロニー的な距離は中ぐらい」になります。 さらに、「Dr.Krokowski の声がとても小さいか、または、Hans Castorpの 病気が軽けれは、Hans Castorpと Joachim Ziemßenのイロニー的な距離はかなり遠くなる」。その結果、イロニー的な距離に関するメンバーシップ関数は、Hans Castorp と Joachim Ziemßen のイロニー的な距離は、3.6mと計算されます。

Ironie Thomas Manns

Um die Dynamischheit eines Textes zu betrachten, handelt es sich hier besonders darum, die Ironie Thomas Manns als eine Art von Inferenz zu behandeln, weil seine Ironie als ein konkretes Beisoiel der Anwendung seiner Kenntnissse angesehen werden kann. Wollen wir diesmal besonders den Zauberberg auswählen, weil die Ironie im Zauberberg für eine Kreuzung seiner Ironie in seinen Gesamtwerken gehalten werden kann. Manchmal wird es auch so gesagt, daß sie der Anfang der eigenen subjektiven Bejahung ist. Natürlich habe ich meine Motivation zu seiner Ironie.

Nach Hanamura (2005: 114) braucht man die Ironie, um die logische Unmöglichkeit eines Nebeneinanders der Gegensätze möglich zu machen. Die Ironie setzt den Satz vom Widerspruch außer Kraft, weil sie die endgültige Festlegung nicht kennt (das heißt, eine Inferenz). Sie verbindet die Standpunkte des Weder-noch und Sowohl-als aucn zu einer dialektischen Einheit. Indem sie nach beiden Seiten hin Vorbehalte macht, setzt sie sich Instand, sich zugleich auf beiden Seiten zu engagieren. So erscheint die Ironie als notwendiges Zubehör dessen, was wir die humane Lebensform genannt haben.

In anderer Funktion war die Ironie im ästhetischen Bereich begegnet. Dort war sie ein Ausdruck der ästhetischen Indifferenz gewesen und durch die universale Einfüllung bewirkt. Wir kennen sie aus dem Zauberberg als die Duldsamkeit unheimlichen Grades. Das ist z.B. Hans Castorps Ironie. Er macht sich abwechselnd den Standpunklt beider weiten zu eigen, um jeweils die andere Seite zu kritisieren. Demnach ist Hans Castorps Ironie nichts als der Ausdruck eines doppelten in sich widersprüchlichen Engagements.

Allerdings war es bisher etwas schwierig, die Ironie im Gebiet der theoretischen Sprachwissenschaft zu repräsentieren. Deswegen wird hier die Fuzzy-Logik versuchsweise angenommen, weil man wichtige Berührungspunkte zwischen der Ironie Thomas Manns und der Fuzzy-Logik Rotfi A. Zadehs finden kann, die auch manchmal die unscharfe Logik genannt wird. (Hanamura 2005: 115)

Ironisches Prinzip

a)Einführung

Als die Bedingung seines Prosas hält Thomas Mann immer die Distanz zur Wirklichkeit, einmal um sie so genau wie möglich zu betrachten, einmal sie zu kritisieren, das heißt ironisch. Die kritische Distanz könnte zu einer ironischen Distanz werden. Tatsächlich ist der kritischen Prägnanz eine Art Grenze gesetzt, die aus der Beschaffenheit des sprachlichen Mediums selbst

dem Bedürfnis nach einer restlos präzisierten Begriffssprache entgegenwirkt, sowie die Fuzzy-Logik behauptet, daß man kein desto genaueres System schreiben kann, je kompliziert es ist.

b)Eigenschaft

Als die gemeinsame Eigenschaft könnte die Subjektivität angenommen werden. Die Fuzzy-Theorie führt zu keiner Objektivierung, sondern zur Subjektivierung in der Wissenschaft, während das Prinzip, das dem von Thomas Mann und Hans Castorp beschrittenen Wege zugundeliegt, das des Willens zur Selbstüberwindung ist . Allerdings ist jener Begriff individuell, während dieser überindividuell ist. Jedenfalls handelt es sich doch um eine individuelle Bestimmung für die beiden Begriffe.

c)Wortwahl

Das ironische Wort von Thomas Mann wie z.B. Adjektiv und Adverb verfehlt nicht seinen Gegenstand in toto, sondern durch absichtsvolle Ungenauigkeit nur dessen eigentlichen Kern, während der Begriff, der durch die Fuzzy-Mengen dargestellt wird, der vage Begriff wie z.B. große Leute oder mehr oder weniger ist, der weder extensional noch intensional ist.

Wollen wir hier die einfache Denkweise der Fuzzy-Logik behandeln. Nach Hanamura (2005) ist die Fuzzy-Logik eine Erweiterung der klassischen Logik. In der Fuzzy-Logik werden nicht nur die klassischen, scharfen Zustände wie ja/nein, wahr/falsch, sondern auch viele Zwischenstufen betrachtet. Zum Beispiel liegt die Untergrenze der Menge lang für die Aufenthalte zur Sommerfrische in drei Wochen. Die klassische Logik ordnet der Menge lang jede Aufenthaltsdauer zu, die gleich 21 Tage oder noch länger ist, doch keine Aufenthaltsdauer unter 21 Tagen. Somit wäre die Aufenthaltsdauer mit 22 Tagen völlige klar lang, mit 20 Tagen eindeutig nicht. Diese komische Vorgehensweise (Unterschied nur 2 Tage) entspricht weder der menschlichen Denkweise noch der Alltagserfahrung wie sehr, etwa usw.

Dagegen kann sie in der Fuzzy-Logik mit ihren Zugehörigkeitsgraden noch besser erklärt werden. So könnte eine Aufenthaltsdauer von 20 Tagen beispielsweise zu 95% zur Menge lang gehören, eine Aufenthaltsdauer von 18 Tagen wahrscheinlich zu 86% usw. Die Regelungstechnik mit der Fuzzy-Logik, das heißt, die Fuzzy-Kontrolle braucht nur eine verbale Beschreibung, was in welchem Zustand zu tun ist. Noch genauer gesagt, besteht die Fuzzy-Kontrolle aus drei Bausteinen: Fuzzifizierung, Inferenz und Defuzzifizierung.

Eine Fuzzy-Menge stellt die Erweiterung einer klassischen Menge dar und wird durch eine linguistische Variable wie jung, groß usw. bezeichnet. Sie kann sogar durch sogenanntes Modifizieren wie sehr, meist und ziemlich usw. geändert werden. Beispielsweise können verscniedene Eigenschaften der Menge der großen Menschen zugeordnet werden. Hier ist groß die liguistische Variable. Im Zauberberg könnte Joachim Ziemßen vielmehr zur Menge der größeren Menschen gehören als Hans Castorp (Der Zauberberg: 15). Aber wie erfüllt Joachim /.lemßen die Eigenschaften der Fuzzy-Menge? Dafür gibt es ein quantitatives Maß, das heißt den Zugehörigkeitsgrad und die ZugehörigKeitsfunktion.

(1)
$$\mu A(x) = 0.7$$

Das bedeutet, daß x einen Zugehörigkeitsgrad von 0.7 zur Menge A hat.

(2)a.
$$\mu$$
groß (J. Ziemßen) = 0.7 b. μ groß (H. Castorp) = 0.3

Als die Darstellungsformen der Fuzzy-Menge werden drei Arten vorgeschlagen ((3), (4) und (5)). A ist eine Fuzzy-Menge und xi eine Fuzzy-Menge und xi ist die Elemente mit ihrem Zugehörigkeitsgrad μ i.

(3)Am übersichtlichsten ist die grafische Darstellung, die auch am häufigsten verwendet werden.

(Kurvenform wird willkürlich gewählt.)

(4) Äußerst selten wird die Darstellung als Summe verwendet.

$$A = \mu 1/x1 + \mu 2/x2 + ... = \sum \mu i/xi \quad \forall x \in G.$$

Das ist nur eine mögliche Darstellungsform der Menge A. Die Zugehörigkeitsgrade (μ i werden nicht durch die Elemente dividiert und die Paare μ i /xi werden auch nicht addiert.

(5) Darstellung als Menge geordneter Paare.

A = {
$$(x1, \mu 1), (x2, \mu 2),...$$
} $\forall x \in G$.

Ist G eine Auswahl von Objekten x, dann ist A eine Fuzzy-Menge mit A = $\{(x; \mu A (x)) | x \in G\}$.

Zur besseren Übersicht werden die Elemente xi weggelassen, deren Zugehörigkeitsgrad $\mu i = 0$ ist.

In der Fuzzy-Mengenlehre müssen auch Mengenoperationen und Mengenknüpfungen möglich sein, da sie die scharfe, klassische Mengenlehre enthält.

(6) A, B = unscharfe, normalisierte Mengen.

 μ A(x), μ B(x) = Zugehörigkeitsgrade des Elementes x zur unscharfen Menge A bzw. B.

x = betrachtetes Element.

G = Menge aller Elemente x, also die Grundmenge (scharfe Menge, enthält alle X vollständig).

min {...} = Minimum-Operator; wählt das Mimmum aus der nachfolgenden geschweiften Klammer.

max {...} = Maximum-Operator; wählt das Maximum aus der nachfolgenden geschweiften Klammer.

∀= Allquantor, gelesen "für alle"

 \forall x \in G bedeutet also "für alle Elemente x aus der Menge G".

(7) Vereinigungsmenge

A u B =
$$\{(X; \mu AUB(X))\} \forall x \in G$$

(8) Schnittmenge

A n B = {
$$(X; \mu AnB(x))$$
} $\forall x \in G$

(9) Distributivgesetzte

a.
$$A n (B u C) = (A n B) u (A n C)$$

b.
$$A u (B n C) = (A u B) n (A u C)$$

(10) Komplement

$$A = \{(x); \mu/A(x)\} \ \forall x \in G \text{ mit } \mu/A(x) := 1 - \mu A(x) \ \forall x \in G$$

(11) Theorem von De Morgan

a. $//A u B = /\ddot{A} n /B$

b. //A n B= /Ä u /B

(12) Enthalten sein

A in B enthalten $\Leftrightarrow \mu A(x) \leq \mu B(x) \ \forall x \in G$

(13) Produkt zweier Menge

$$A \cdot B = \{(x; \mu A \cdot B(x))\} \ \forall x \in G \text{ mit } \mu A \cdot B(x) := \mu A(x) \cdot \mu B(x) \ \forall x \in G$$

Die Produktbildung normalisierter Fuzzy-Mengen ist kommutativ und assoziativ.

(14) Summe

$$A+B = \{(x; \mu A+B(x))\} \ \forall x \in G \ \text{mit} \ \mu A+B(x) := \mu A(x) + \mu B(x) - \mu A(x) \cdot \mu B(x) \ \forall x \in G$$

Die Summenbildung normalisierter Fuzzy-Mengen ist kommutativ und assoziativ.

(15) Implikation

Wenn A dann B

Mathematisch: $(x \in A) \rightarrow (y \in B)$

oder kurz $A \rightarrow B$

wobei x, y Einzelelemente

X Grundmenge zu x, also $x \in X$

Y Grundmenge zu y, also y \subseteq Y

A Teilmenge aus X, also A \subset X

B Teilmenge aus Y, also B \subset Y

Zum Beispiel starben die Eltern von Hans Castorp in der kurzen Frist zwischen seinem fünften und siebenten Lebensjahr, zuerst die Mutter.

"Da sein Vater sehr innig an seiner Frau gehangen hatte, war sein Geist verstört und geschmälert seitdem; in seiner Benommenheit beging er geschäftliche Fehler, so daß die Firma Castorp & Sohn empfindliche Verluste erlitt; im übernächsten Frühjahr holte er sich bei einer Speicherinspektion am windigen Hafen die Lungenentzündung, und da sein erschüttertes Herz das hohe Fieber nicht aushielt, so starb er trotz aller Sorgfalt..." (Der Zauberberg: 32).

x: momentane Arbeit

y: momentaner Gesundheitszustand

X: Arbeit im allgemeinen = {leicht, hart, langweilig, interessant,...}

Y: Gesundheitszustand im allgemeinen = {gesund, gut, mühe,...}

A: Schwierige Arbeit = {zuviel, kompliziert,...}

B: Schlechte Gesundheitszustand = {mühevoll, angegriffen, krank,...}

Implikation: Wenn die Arbeit schwierig ist, dann ist der Körper angegriffen.

```
\mu schwierig (momentan)=1 
 \mu angegriffen (momentan) = 0.8 
 \mu schwierig, angegriffen (momentan) = min (1; 0.8) = 0.8
```

Nach der Alltagserfahrung ist der Körper bei einer harten Arbeit angegriffen.

Nun mag die Zugeordnung des Elementes x0 zum Zugehörigkeitsgrad μ A(x0) unscharf sein, das heißt, die Zugehörigkeitsfunktion μ A(x) selbst ist unscharf. Der Fall wird "Ultrafuzzy" genannt. Zum Beispiel kann es festgestellt werden, ob ein bestimmtes Kind (Hans Castorp) duldsam ist. Mit anderen Worten, inwieweit es zur Fuzzy-Menge "duldsam" gehört (mit Eltern, mit Vater oder Mutter, ohne Eltern)?

(16) Ultrafuzzy

Dem Wert x0 wird ein Intervall [μ A,1(x0); μ A, 2 (x0)] zugeordnet und μ A(x0) wird zur Menge "duldsam". Hier wird es ermittelt, inwieweit eine Person (Typ 1) zur Fuzzy-Menge "duldsam" gehört.

Nach Hanamura (2005) ist der Unterschied zwischen Mengen- und Logik- Operationen ganz wichtig. Bei Mengen-Operationen werden zwei Fuzzv-Mengen vollständig verknüpft. Am Ende der Operation steht wieder eine Menge. Zum Beispiel wird eine Menge der duldsamen Kinder mit einer Menge der mäßigen Kinder verknüpft. Am Ende steht wieder eine Menge von duldsamen und mäßigen Kindern. Bei Logik-Operationen werden die Eigenschaften eines betrachteten Elementes verknüpft. Am Ende steht ein Element mit bestimmten Eigenshcaften. Die Eigenschaft "duldsam" eines Kindes (z.B. Hans Castorp) wird mit der Eigenschaft "mäßig" dieses Kindes verknüpft (z.B. UND-Verknüpfung) - am Ende steht das Element mit der Eigenschaft "duldsam-mäßig".

(17) UND-Verknüpfung

```
\muAundB(x) = min{\muA(x); \muB(x)} sog. Minimum-Operator \muAundB(x) = \muA(x) · \muB(x) sog. Produkt-Operator \muAundB(x) = max{0; [\muA(x) + \muB(x) - 1]}
```

(18) ODER-Verknüpfung

```
\muAoderB(x) = max{\muA(x); \muB(x)} sog. Maximum-Operator \muAoderB(x) = \muA(x) + \muB(x) - \muA(x) · \muB(x) \muAoderB(x) = min{1; [\muA(x) + \muB(x)]}
```

Ineteressantrweise ist auch bei der menschlichen Logik und Denkweise die Verwendung der reinen UND- bzw. ODER-Verküpfung eher die Ausnahme. Meistens wird eine Verknüpfung verwendet, die zwischen der UND- und ODER- Verknüpfungen liegt. Im Zauberberg sieht man Hans Castorp als den Helden und Joachim Ziehmßen als eine Person an. Hans Castorp ist verwaist, duldsam und mittelgroß. Joachim Ziehmßen ist breit, groß und sorgfältig.

Jetzt wird ein duldsamer und starker Mann gesucht, wobei der Einfachheit halber die beiden Eigenschaften "duldsam" und "stark" bei der Auswahl gleich wichtig sein sollen, also gleich gewichtet sind. Für Hans Castorp wird es gesagt, daß er die Eigenschaft "duldsam" erfüllt, doch nur zum Teil als "stark" bestimmt werden kann. Somit könnte die Zugehörigkeit zur Eigenschaft "duldsam" zu 0.9, zur Eigenschaft "stark" zu 0.5 angenommen.

```
(19)μduldsam (Hans Castorp) = 0.9μstark (Hans Castorp) = 0.5
```

Analog könnte es sich für Joachim Ziemßen festgelegt werden.

```
(20)

\muduldsam (Joachim Ziehmßen) = 0.6

\mustark (Joachim Ziehmßen) = 0.4
```

Bei der Anwendung des Minimum-Operators ergeben sich die Zugehörigkeiten der einzelen Personen zur Menge des duldsamen und starken Mann wie folgt.

```
(21)
Für Hans Castorp

μduldsam und stark (Hans Castorp) = min (0.9; 0.5)
```

Für Joachim Ziehmßen μ duidsam und stark (Joachim Ziehmßen) = min (0.6; 0.4)

Das bedeutet, daß Hans Castorp zur Menge des duldsamen und starken Mannes noch mehr gehört als Joachim Ziehmßen.

Nach der klassischen Logik wäre die Menge der duldsamen und starken Männer die leere Menge, denn keiner erfüllt die beiden Eigenschaften <cduldsam5> und astark}, gleichzeitig und vollständig. Das wird durch die Fuzzy-Logik geschickt ergänzt, weil ein kompensatorischer Operator wie Lambda or Gamma zwischen reinem UND (beide Eigenschaften müssen erfüllt werden) und reinem ODER (eine Eigenschaft muß erfüllt werden) liegen muß. Allerdings entspricht die harte Entscheidung nicht dem menschlichen Empfinden. Mit X läßt sich festgestellt, wo der Operator zwischen reinem UND und reinem ODER liegt.

(22)
$$\mu A \lambda B(x) = \lambda \bullet [\mu A(x) \bullet \mu B(X)] + (1-\lambda) \bullet [\mu A(x) + \mu B(x) - \mu A(x) \bullet \mu B(x)] \text{ mit } \lambda \in [0;1]$$
(23) Für λ =0 erhält man einen ODER-Operator
$$\mu A \lambda B(x) \mid \lambda = 0 = \mu A(x) + \mu B(x) - \mu A(x) \bullet \mu B(x) = \mu A \text{ ODER B}$$
Für λ =1 erhält man einen UND-Operator
$$\mu A \lambda B(x) \mid \lambda = 1 = \mu A(x) \bullet B(x) = \mu A \text{ UND B}$$

Weiteraus bedeutender ist der Gamma-Operator, der das menschliche Empfinden für das kompensatorische UND recht gut wiedergibt.

(24)
$$\mu A \gamma B(x) = [\mu A(x) \cdot \mu B(x)] 1 - \gamma \cdot [1 - (1 - \mu A(x)) \cdot (1 - \mu B(x))] \gamma \text{ mit } \gamma \in [0;1]$$

Ähnlich wie mit γ läßt sich mit dem Parameter Gamma festlegen, wo der Operator zwischen reinem

UND und reinem ODER liegt.

(25) Gamma = Null

$$\mu A \gamma B(x) I \gamma = 0 = \mu A(x) \cdot \mu B(x)$$

= $\mu A UND B$

(26) Gamma = Eins

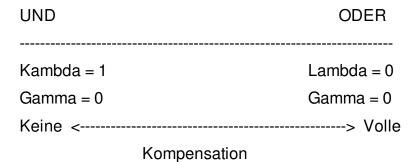
$$\mu A \gamma B(x) \mid \gamma = I = 1 - (1 - \mu A(x)) \cdot (1 - \mu B(x))$$

$$= 1 - [1 - \mu A(x)) + \mu B(x) + \mu A(x) \cdot \mu B(x)$$

$$= \mu A(x) + \mu B(x) - \mu A(x) \cdot \mu B(x)$$

$$= \mu A \text{ ODER } \mu B$$

(27) Anschaulich



Die Negation erfolgt sehr einfach. Die Voraussetzung hierfür ist allerdings die normalisierte Darstellung.

```
(28) Negation \mu/A(x)=1 - \mu A(x)
```

Die Modifizierer (z.B. sehr, mehr oder weniger) werden als Operatoren betrachtet, die einen Wahrheitswert zwar beeinflussen aber nicht grunasätzlich ändern. Sie verstärken die Eigenschaften der betrachteten Elemente oder schwächen sie ab. Das sprachliche "sehr" kann mathematisch recht gut durch Quadrieren der Zugehörigkeitsfunktion erreicht werden. "Mehr oder weniger" kann mathematisch durch die Quadratwurzel der Zugehörigkeitsfunktion dargestellt werden.

```
hitzig
nicht hitzig = 1 - hitzig
duldsam
mehr oder weniger duldsam = √duldsam
sehr duldsam = duldsam2
nicht sehr duldsam = 1 - sehr duldsam
= 1 - duldsam2
```

Statt der Kombination einer Fuzzy-Menge mit einem Modifizierer können auch eigenständige Fuzzy-Mengen definiert werden. Das hat zudem den Vorteil, daß die Grenze der einzelnen Mengen individuell festgelegt werden können. Hier handelt es sich um völlig eigenständige Mengen.

Hanamura (2005) beschreibt, was das ist, wenn die Elemente selbst unscharf sind. Das heißt, ein Element mae: also nicht 10 sondern "so ungeranr 10" oder "10 ± 10%" sein. Diese Problematik trifft wesentlich häufiger auf, als es auf den ersten Blick vielleicht scheint. Alle Meßwerte sind keine absoluten Größen, sondern sie sind mit Toleranzen behaftet. Streng genommen darf der Wert, den ein Meßgerät anzeigt, nicht vorbehaltlos übernommen werden, sondern muß stets mit den Meßgerätetoleranzen versehen werden. Diese Vorgehensweise ist in der Meßtechnik selbstverständlich. Anschaulich kann eine unscharfe Zahl als Heine unscharfe Menge betrachtet werden, als Intervall, in dessen Mitte die Zahl selbst liegt und dessen Breite durch die Toleranzen bestimmt wird.

Wollen wir zum Beispiel betrachten, daß ein Fieberthermometer eine Körperwärme von 36 °C anzeigt. Seine Toleranz betragt ungefähr ±1%. In der Technik hat sich ein dreieckiger Verlauf der Zugehörigkeitsfunktion als besonders praktisch erwiesen.

Man erkennt den gemessenen Wert (36°C) und die Intervallgrenzen, die durch die Toleranzangaben entstehen. Ein schlechtes Meßgerät mit größeren Toleranzen führt zu einem größeren Intervall, ein unendlich gutes Meßgerät ohne jegliche Toleranz zu einem einzigen, diskreten Wert. Der senkrechte Strich über dem Meßwer deutet an, daß es sich um einen Wert mit Toleranzen handelt (Hanamura (2005: 142)).

Wie ermittelt man nun den Zugehörigkeitsgrad einer Fuzzy-Zahl zu einer Fuzzy-Menge? Die plausibelste Weise ist die, den maximalen Wert der Zugehörigkeitsfunktion am Schnittpunkt der beiden Zugehörigkeitsfunktionen zu wählen. Zum Beispiel werden die Körperwärme von 36.0°C ±0.4°C und der folgende Kurvenverlauf für die Gesundheit gegeben.

Der Zugehörigkeitsgrad von 36.0oC ±0.4°Czur Fuzzy-Menge "krank" liegt im Bereich von 0.3 bis 0.6. Es hat sich als praktisch erwiesen, den Maximalwert zu verwenden.

(30)
$$\mu$$
kranke (36.0 °C±0.4 °C) = 0.6

Sollte eine andere Vorgehensweise doch ein gegebenes Problem besser lösen und sich in das bestehende Gebäude der Fuzzy-Mathematik einfügen lassen, so ist nichts gegen diese andere Vorgehensweise einzuwenden.

```
(31) \muniedrig (36.0°C±0.4°C) = 0.1

\mumittel (36.0°C±0.4°C) = max {0.5; 0.8} = 0.8

\muhoch (36°.0°C±0.4°C) = 0.5
```

Zum Beispiel wird ein Fieberthermometer im Zauberberg manchmal zu einem zentralen Thema.

"Joachim Ziemßen sagte, »es ist wohl auch bloß Konvention, daß ich nier vier Striche zuviel habe auf meinem Thermometer! Aber wegen dieser fünf Striche muß ich mich hier herumräkeln und kann nicht Dienst machen, das ist eine ekelhafte Tatsache!«

- »Hast du 37.5?«, sagte Hans Castorp:
 - »Es geht schon wieder herunter.« Und Joachim machte die Eintragung in seine Tabelle.
- »Gestern abend waren es fast 38, das machte deine Ankunft.«" (Der Zauberberg: 96)

Im anderen Kapitel hat Hans Castorp wieder auch Fieber.

"Nach Tische stieg das schimmernde Säulchen auf 37.7, verharrte abends, als der Patient nach den Erregungen und Neuigkeiten des Tages sehr müde war, auf 37.5, und zeigte in der nächsten Morgenfrühe gar nur auf 37, um gegen Mittag die gestrige Höhe wieder zu erreichen. (Der Zauberberg: 247).

Die Hauptgebiete der Fuzzy-Logik sind die Regelungstechnik und Entscheidungsrmduriffsprozesse. Aber es handelt sich hier besonders nur um die RegelungstechniK, weil Entscheiaungsnndungsprozesse eanz kompliziert zu erklären sind. Die Möglichkeit, wie der Mensch aurgrund ungenauer Werte einen Prozeß schnell und einfach regeln kann, läßt die regelungstechnische Anwendung der Fuzzy-Logik mehr als sinnvoll erscheinen.

Mit der Fuzzy-Regelung (Fuzzy-Kontrolle) können sogar Prozesse geregelt werden, die bisher noch nicht automatisch zu regeln waren. Da Fuzzy-Kontrolle kein mathematisches Prozeßmodell, sondern Ein- und Ausgangsgrößen sowie Verarbeitungsregeln auf der Basis von einfachen sprachlichen Formulierungen (z.B. "Wenn Temperatur hoch und Druck sehr hoch dann Ventil ganz auf.") benötigt, können auch Prozesse mit schwer oder teilweise gar nicht zugänglichen Prozeßparametern geregelt werden. Im allgemeinen besteht Fuzzy-Kontrolle aus Fuzzifizierung, Inferenz und Defuzzifizierung (Hanamura (2005: 149)).

a) Fuzzifizierung

Unter Fuzzifizierung (Unscharfmachen) versteht man das Zuordnen eines gegebenen scharfen Wertes zu einer Fuzzy-Menge. Der Zugehörigkeitsgrad des Wertes zur Fuzzy-Menge wird dabei von der Zugehörigkeitsfunktion bestimmt, wobei er auch mehreren Fuzzy-Mengen angehören kann. In der regelungstechnischen Praxis haben sich Zugehörigkeitsfunktionen mit stückweise linearem Verlauf bewährt. Zum Beispiel ist der Grad (V0) der Erwartung (siehe das nächste Zitat) von Hans Castorp 7 (der Index wird verwendet, um seine Erwartung darzustellen).

Daraus ergeben sich die folgenden Formeln.

(32)
$$\mu$$
mittel (V0) = 0.2 μ hoch (V0) = 0.8

Die Erwartung (V0) gehört also zu 0.2 in der Fuzzy-Menge "mittel" und zu 0.8 in der Fuzzy-Menge "hoch". Man kann auch sagen, V0 ist zu 20% eine mittele und zu 80% eine hohe Erwartung.

b) Inferenz

Inferenz wird immer durch die Verknüpfungsvorschriften der Variablen geleistet. Die Verknüpfungsvorschriften werden auch als Verarbeitungsregeln oder Produktionsregeln bezeichnet.

(33) Syntax fiir die Produktionsregeln
Wenn (Prämisse 1) UND/ODER (Prämisse 2)
Dann (Schlußfolgerung)

Zum Beispiel wird ein Zustand der Kindheit von Hans Castorp beschrieben.

"Die sonderbare, halb träumerische, halb beängstigende Empfindung eines zugleich Ziehenden und Stehenden, eines wechselnden Bleibens, das Wiederkehr und schwindelige Einerleiheit war, - eine Empfindung, die ihm von früheren Gelegenheiten her bekannt war, und von der wieder berührt zu werden er erwartet und gewüscht hatte: sie war es zum Teil, um derentwillen ihm die Vorzeigung des stehend wandernden Erbstücks angelegen gewesen war." (Der Zauberberg: 37f)

Wenn seine Erwartung der Berühung mit der Empfindung hoch ist UND plötzlich der Wunsch auftaucht DANN seine Ironie ist stark. In der Regelungstechnik hat es sich für die UND-Verknüpfung der Minimum-Operator erweist. Kompensatorische Operatoren wie der Gamma-Operator können sinnvoll nur auf leistungsfähigen Rechnern verwendet werden.

Bei der Max/Min-Methode werden die Teilflächen der Zugehörikeitsfunktion der Ausgangsvariablen in Höhe der jeweils ermittelten Zugehörikeitswerte abgeschnitten.

```
(34)\mumittel (Ironie) = 0.2

\mustark (Ironie) = 0.8
```

Damit ergibt sich eine Konstellation. Als Lösungsmenge wird die graue Flache erhalten.

c) Defuzzifizierung

Bei der Defuzzifizierung wird der exakte Wert der Ausgangsvariablen ermittelt, die noch verschiedenen Fuzzy-Mengen zugeordnet ist. Das heißt, die Defuzzifizierung ist die Umsetzung eines unscharfen Sachverhaltes in konkrete Zahlen und Werte. Bei der Max/Min- oder der Max/Prod-Methoden ermittelt man den Schwerpunkt durch numerische Integrationsverfahren.

a) Gedächtnis

Wie es schon erklärt wurde, dient aas Gedächtnis als Grundlage zum ironischen Verhältnis, weil eine Folgerung aur ihm beruht. Die Beispiele werden bewußt vereinfacht, um das Verständnis der ruzzv-Logik nicht unnötig zu erschweren.

In Hanamura (2005:157) wird es so erklärt, das Gedächtnis sei durch die Fähigkeit charakterisiert, Informationen speichern zu können und diese bei Bedarf wieder abzurufen. Dafür gibt es zwei unterschiedliche Arten: das Kurzzeitgedächtnis und das Langzeitgedächtnis. In jenem Gedächtnis werden Informationen für wenige Sekunden bis Minuten gespeichert. Im Gegensatz dazu kann in diesem Gedächtnis ein gespeichertes Wissen ein Leben lang in Verwahrung genommen werden.

Im Kurzzeitgedächtnis gibt es zwei Arten, d.h. sensorisches und primäres Gedächtnis. Sensorische Reize werden für die Dauer von wenigen hundert Millisekunden zunächst automatisch in einem sensorischen Gedächtnis gespeichert, um dort für den Kurzzeitspeicher codiert zu werden und um die wichtigsten Merkmale zuzuziehen. Das Vergessen beginnt sofort nach der Aufnahme. Die Übertragung der Information aus dem kurzlebigen sensorischen in ein dauerhaftes Gedächtnis kann auf zwei Wege erfolgen: der eine ist die verbale Codierung der sensorischen Daten. Der andere ist ein nicht-verbaler Weg, über den wenig bekannt ist.

Primäres Gedächtnis dient zur vorübergehenden Aufnahme verbal codierten Materials. Seine Kapazität ist noch kleiner als die des sensorischen Gedächtnisses. Nicht-verbal codiertes Material wird vom primären Gedächtnis in das dauerhafte sekundäre Gedächtnis durch "Üben", erleichtert wie z.B. aufmerksames Wiederholen.

Im Langzeitgedächtnis gibt es auch zwei Arten: sekundäres und tertiäres Gedächtnis.

Sekundäres Gedächtnis ist ein großes und dauerhaftes Speichersystem. Der

Organisationsunterschied zum primären Gedächtnis wird durch die Art der Fehler deutlich, die beim Rückruf aus den Speichern auftreten können: beim primären Gedächtnis handelt es sich meistens um Verwechselung phonetisch ähnlicher Laut, wie p oder b, beim sekundären Gedächtnis werden eher Wörter mit ähnlicher Bedeutung verwechselt.

Ein anderes Unterscheidungsmerkmal ist die Zugriffszeit: sie ist schnell im primären Gedächtnis, langsam im sekundären Gedächtnis. Vergessen im sekundären Gedächtnis scheint weitgehend auf Störung (Interferenz) des zu lernenden Materials durch vorher Gelerntes zu beruhen. Zuerst eine proalctive Hemmung, dann eine retroaktive Hemmung. Proaktive Hemmung ist der wichtigere Faktor, da wir bereits über einen großen Vorrat an Gelerntem verfügen. So gesehen wäre an einem Großteil unseres Vergessens das breits vorher Gelernte schuld.

Bei tertiärem Gedächtnis handelt es sich um Engramme, z.B. den eigenen Namen, die Fähigkeit zu lesen und zu schreiben, oder andere täglich praktizierte Handfertigkeiten, die durch

jahrenlanges Üben praktisch nie mehr vergessen werden, auch nicht, wenn aus klinischen Gründen alle andere Gedächtnisinhalte verloren gehen. Diese Engramme zeichnen sich außerdem durch extrem kurze Zugriffszeiten aus. Sie sind möglicherweise in einer besonderen Gedächtnisform, dem tertiären Gedächtnis gespeichert. Es kann sich aber auch um lediglich besonders gut konsolidierte Engramme im sekundären Gedächtnis handeln. Das Modell des Langzeitgedächtnis entspricht dem sekundären plus dem tertiären Gedächtnis.

Zum Beispiel wären Hans Castorp und Joachim Ziemßen in der Tat beinahe mit Hofrat Behrens zusammengestoßen:

»Hoppla, Achtung die Herren!« sagte Behrens. »Das hätte leicht schlecht ablaufen können für die beiderseitigen Hühneraugen.« Er sprach stark niedersächsisch, breit und kauend'1 (Der Zauberberg: 68).

Die Verwechselung phonetisch ähnlicher Laut ist ein primäres Gedächtnis von Hans Castorp.

Das Beispiel führt zu einem besonders interessanten Element des Linguistischen im Zauberberg.

Wie es schon gesagt wurde, handelt es sich beim sekundären Gedächtnis um Verwechselung der Wörter mit ähnlicher Bedeutung.

"Alltäglich ließ sich Hans Castorp beim Coiffeur in der Hauptstraße von >Dorf< das Haar schneiden. Plötzlich flog mit einer Art von Schrecken, dem neugieriges Ergötzen beigemischt war, jener Schwindel ihn an: ein Schwindel in des Wortes schwankender Doppelbedeutung von Taumel und Betrug, das wirbelige Nicht-mehr-unterscheiden von >Noch< und >Wieder<, deren Vermischung und Verwischung das zeitlose Immer und Ewig ergibt." (Der Zauberberg: 753)

Beim tertiären Gedächtnis sind täglich praktizierte Handfertigkeiten wichtig. aAuf dem Bahnhof Davos-Dorf vernahm Hans Castorp plötzlig neben sich Joachim Ziemßens Stimme, seines Vetters gemächliche Hamburger Stimme, die sagte: »Tag, du, nun steige nur aus«" (Der Zauberberg: 14). Thomas Mann gibt also einen diskreten Hinweis auf die mundartliche Färbung der Sprache Joachims.

b) Ironische Distanz

Beispiel 1

Fuzzifizierung der Distanz von Hans Castorp zu Frau Chauchat. Betrachtet werden die Eigensdiaften "nahe", "mittel" und "entfernt". Der Verlauf der Zugehörigkeitsfunktionen kann willkürlich festgelegt werden. (Hanamura (2005: 164))

- "»Du hast neues Kleid«, sagte er, um sie betrachten zu dürfen, und hörte sie antworten:
- »Neu? Du bist bewandert in meiner Toilette?«
- »Habe ich nicht recht?«
- »Doch. Ich habe es mir kürzlich hier machen lassen, bei Lukagek im Dorf. Er arbeitet viel für Damen nier oben. Es gefällt dir?«
- »Sehr gut«, sagte er, indem er sie mit dem Blick noch einmal umfaßte und ihn dann niederschlug. »Willst du tanzen?« fugte er hinzu.
 - »Würdest du wollen?« fragte sie mit erhobenen Brauen lächelnd dagegen, und er antwortete:
 - »Ich täte es schon, wenn du Lust hättest.«
- »Das ist weniger brav, als ich dachte, daß du seist«, sagte sie, und da er wegwerfend auflachte, fügte sie hinzu: »Dein Vetter ist schon gegangen.«
- »Ja, er ist mein Vetter«, bestätigte er unnötigerweise. »Ich sah auch vorhin, daß er fort ist. Er wird sich gelegt haben.«
 - »C'est un jeune homme très étroit, très honnëte, très allemand.«
- ȃtroit? Honnët?« wiederholte er, »Ich verstehe Französisch besser, als ich es spreche. Du willst sagen, daß er pedantisch ist. Hältst du uns Deutsche für pedantisch nous autres Allemands? «" (Der Zauberberg: 466).
- "»Das wollen wir«, wiederholte Hans Castorp mechanisch. Sie sprachen leise, unter Tönen des Klaviers. »Wir wollen hier sitzen und Zusehen wie im Traum. Das ist für mich wie einTraum, mußt du wissen, daß wir so sitzen,- comme un reve singulierement profond, car il faut dormir tres profondément pour rever comme cela«...Le veux dire: C^st un reve bien connu, revé de tout temps, long, éternel, oui, etre assis près de toi comme â present, voilâ réternité.
- »Poète!«, sagte sie. »Bourgeois, humaniste et poète, voilà l'Allemand au complet, comme il faut!«" (Der Zauberberg: 468).

Es ist wichtig, daß es eine Zuordnung gibt, die einem gegebenen Sachhalt einen Zugehörigkeitsgrad in einer definierten Art und Weise zuordnet. Die Zahl und der Verlauf der einzelnen Zugehörigkeitsfunktionen können nachträglich noch modifiziert werden. Im Verlauf der

Zugehongkeitsfunktion ergibt sich nach der Figur die Distanz von Hans Castorp zu Frau Chauchat (3.4m):

```
\munahe (3.4m) = 0

\mumittel (3.4m) = 0

\muentfernt (3.4m) = 0
```

Eine Distanz von 3.4 m ist also zu 60% als mittel, zu 40% als entfernt und überhaupt nicht als nahe (0%) einzustufen. Daß die Summe der einzelnen Zugehongkeitsgrade gerade wieder 1(100%) ergibt, hat sich in der Regelungstechnik als besonders praktisch erwiesen. (Allerdings ist 100% kein wichtiger Punkt.)

Bei der Inferenz werden vorher festgelegte Regeln auf die in der Fuzzifizierung ermittelten Zugehörigkeitsgrade IHj angewandt.

(35) INFERENZ
$$\mu$$
A -----> WENN..DANN.. -----> μ Ergebnis 1 μ B -----> WENN..DANN.. ----> μ Ergebnis 2 μ C -----> WENN..DANN.. ----> μ Ergebnis 3

Es handelt sich um die Inferenz der Zugehongkeitsgrade der Distanz (3.4 m). Es soll festgelegt werden, wie nahe/entfernt die Distanz ist.

Zuerst werden die Verarbeitungsregeln aufgestellt. Die Regeln beruhen meistens auf Erfahrungen. Zum Beispiel, WENN <Prämisse> DANN 〈 Schlußfolgerung〉 • In der ironischen Distanz konnte ein einfaches Regelwerk etwa wie folgt aussehen.

- (36) a. WENN Distanz nahe DANN ironische Distanz entfernt.
 - b. WENN Distanz mittel DANN ironische Distanz mittel.
 - c. WENN Distanz entfernt uANN ironische Distanz nahe.

Das Maß, wie nahe, mittel oder entfernt die Distanz sein muß, ist wieder ein Zugehörigkeitsgrad. Dann, wenn die Verknüpfungen wie UND, ODER etc. in den Verarbeitungsregeln auftreten, muß ein geeigneter Operator (Minimum-Operator, Maximum-Operator,...) ausgewählt werden. In der Praxis haben sich der Minimum-Operator für die UND-Verknüpfung und der Maximum-Operator fur die ODER- Verknüpfung bewährt, da sie viele Probleme mit geringem Rechnenaufwand lösen.

Schließlich werden die Zugehörigkeitsgrade der Ergebnisteilmengen berechnet. Bei nur einer Prämisse wird der Wert des Zugenorigkeitsgrades aus der Prämisse für den Zugehörigkeitsgrad der Schlußfolgerung übernommen. Allerdings muß mindestens eine Inferenz-Regel für jede Fuzzy-

Menge existieren.

(37) a. WENN Distanz mittel DANN ironische Distanz mittel.

```
Es sei \mumittel (Distanz) = 0.6 => \mumittel (Ironische Distanz) = 0.6
```

(38) b. Bei mehreren Prämissen:

WENN Distanz mittel oder Distanz entfernt DANN ironische Distanz nahe.

Es sei

```
\mumittel (Distanz) = 0.6 und \muentfernt (Distanz) = 0.4
```

Für die ODER-Verknüpfung wird der Maximum-Operator gewählt.

```
=> \munahe (Ironische Distanz)
=max {\mumittel (Distanz) ; \muentfernt (Distanz)}
=max {0.6 ; 0.4}
= 0.6
```

Die Fuzzy-Mengen der Ausgangsgröße können in Höhe ihrer Zugehörigkeitsgrade (Ergebnisse der WENN-DANN-Verarbeitungsregeln) abgeschnitten werden (Max/Min-Methode). Das ist ene Möglichkeit, den Zugehörigkeitsgrad des Ergebnisses auf die einzelnen Fuzzy-Mengen der Zugehörigkeitsfunktionen der Ausgangsgröße zu übertragen.

Gegeben sei außerdem der folgende Verlauf der Zugehörigkeitsfunktionen der ironischen Distanz (Verlauf willkürlich gewählt).

```
(38)
Es sei

\munahe (Distanz) = 0

\mumittel (Distanz) = 0.6

\muentfernt (Distanz) = 0.4

Damit

\munahe (Ironische Distanz) = 0.4

\mumhtel (Ironische Distanz) = 0.6
```

 μ entfernt (Ironische Distanz) = 0

Nach der Max/Min-Methode ergibt sich,

Die Teiflächen werden zu einer Gesamtfläche zusammengefaßt, so daß man als Fuzzy-Ergebnismenge die graue Fläche erhält. Der konkrete Wert der Distanz wird bei der Defuzzifizierung ermittelt.

Die Defuzzifizierung ist die Umsetzung eines unscharfen Sachverhaltes in konkrete Zahlen und Werte. Im allgemeinen kann man sagen, daß die Defuzzifizierung mit Hilfe des Flächenschwerpunktes gute Ergebnisse liefert.

$$μ$$
Ergebnis 1 -----> Anweisung,
 $μ$ Ergebnis 2 -----> DEFUZZIFIZIERUNG -----> Stellgröße,
 $μ$ Ergebnis 3 ----->

Hier handelt es sich um die Defuzzifizierung der Ergebnismenge der Distanz. Es soll festgelegt werden, welche Distanz am Nahe-Entfernt-Mischer eingestellt werden muß. Hier wird eine Defuzzifizierungsmethode vorgestellt, die ^Mean of Maximum,5 (Maximum-Mittelwert) genannt wird. Die Methode eignet sich wohl eher für die überschlagsmäßige Berechnung und der Abszissenwert wird als Wert für die Ausgangsgröße unter der Mitte des Maximalwertes der Ergebnissmenge verwendet.

Es ergibt sich eine ironische Distanz von 4 m. Es ist zu bemerken, daß bei dieser Methode eine Überlapping von Teilflächen nicht berücksichtigt ist.

Beispiel 2

Fuzzifizierung der Distanz von Hans Castorp, Dr. Krokowski und Joachim Ziemßen. Hier handelt es sich um die Stimme von Dr. Krokowski. Betrachtet werden die Eigenschaften "leise", "mild" und "geziert". Der Verlauf der Zugehörigkeitsfunktionen kann willkürlich festgelegt werden (Hanamura. (2005: 176)

"Saal war Hans Castorp da, um den Vortrag von Dr. Krokowski zu hören. Der Titel war die Macht der Liebe. Seine schleppender Bariton, sein weich anschlagendes r tönte wie aus weiter Ferne in die 1 raumerei von Hans Castorp herein. Im Vortrag gebraucht Dr. Krokowski das Wort »Liebe« in einem leise schwankenden Sinn. Diese schlüpfrigen anderthalb Silben mit dem Zungen-, dem Lippenlaut und dem dünnen Vokal in der Mitte wurden ihm auf die Dauer recht widerwärtig, eine Vorstellung verband sich für ihn damit wie von gewässerter Milch, - etwas Weißbläulichem, Labberigem, zumal im Vergleich mit all dem Kräftigen, was Dr. Krokowski genaugenommen darüber zum besten gab." (Der Zauberberg: 177)

"Dieser Widerstreit zwischen den Mächten der Keuschheit und der Liebe, sagte Dr. Krokowski. Er endige scheinbar mit dem Siege der Keuschheit. Aber die unterdrückte Liebe sei nicht tot, sie lebe, sie trachte im Dunklen und Tiefgeheimen auch ferner sich zu erfüllen. In Gestalt der Krankheit wiederkehre die unzugelassene Liebe. Das Krankheitssymptom sei verkappte Liebesbetätigung und alle Krankheit verwandelte Liebe.

Nach dem Vortrag blieb Hans Castorp stehen im Strom, seine Stuhllehne in der Hand. Ich bin nur zu Besuch hier, dacht er, ich bin gesund und den nächsten Vortrag erlebe ich gar nicht mehr hier. Dabei bemerkte er nicht, daß Joachim zwischen den Stühlen auf ihn zu kam.

»Du kamst aber im letzten Augenblick«, sagte Joachim. »Bist du weit gewesen? Wie war es denn?«

»Oh, nett«, erwiderte Hans Castorp. »Doch, ich war ziemlich weit. Aber ich muß gestehen, es hat mir weniger gutgetan, als ich erwartete. Ich werde es vorläufig nicht wieder tun.«

Ob ihm der Vortrag gefallen, fragte Joachim nicht, und Hans Castorp äußerte sich nicht dazu." (Der Zauberberg: 180)

"Sie scheinen überrascht, mich zu sehen, Herr Castorp« hatte Dr. Krokowsld mit baritonaler Milde, schleppend, unbedingt etwas geziert und mit einem exotischen Gaumen-r gesprochen, das er jedoch nicht rollte, sondern durch ein nur einmaliges Anschlägen der Zunge gleich hinter den oberen Vorderzähnen erzeugte; »ich erfülle aber lediglich eine angenehme Pflicht, wenn ich bei

Ihnen nun auch nach dem Rechten sehe. Ihr Verhältnis zu uns ist in eine neue Phase getreten, über Nacht ist aus dem Gaste ein Kamerad geworden.« (Das Word »Kamerad« hatte Hans Castorp etwas geängstigt.)

»...Und also ist Ihr Katarrh in meinen Augen eine Erscheinung dritter Ordnung«, hatte Dr. Krokowski sehr leicht hinzugefugt...

Es war also vier Uhr, wenn der Assistent wieder auf den Balkon zurücktrat, -das heißt tiefer Nachmittag, der sich übrigens ungesäumt ins annähernd Abendliche vertiefte: denn bis der Tee getrunken war, drunten im Saal und auf Nummer 34, ging es stärkstens auf fünf Uhr und, bis Joachim von seinem dritten Dienstgange zurückkehrte und bei seinem Vetter wieder vorsprach. (Der Zauberberg: 267)

Mit Hilfe der Fuzzy-Logik wird eine Betrachtung über die Kranldieit (Katarrh) von Hans Castorp und seine Distanz zu Joachim Ziemßen angestellt, abhängig von Krokowski[^] Stimme. Für die Stimme gelten die folgenden (willkürlich gewählten) Zugehörigkeitsfunktionen.

Für die Krankheit gelten die willkürlich gewählten Zugehongkeitsfunktionen.

Für die einzustellende ironische Distanz zwischen den Vettern gelten die folgenden (willkürlich gewählten) Zugehörigkeitsfunktionen.

Nachfolgend sei beispielhaft: ein grobes Regelgerüst angeführt. Die Regeln erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

WENN Stimme sehr leise ODER Krankheit leicht DANN ironische Distanz sehr entfernt.

WENN Stimme leise UND Krankheit mittel DANN ironische Distanz entfernt.

WENN Stimme leise UND Krankheit schwer DANN ironische Distanz nahe.

WENN Stimme mild UND Kranlcheit mittel DANN ironische Distanz mittel.

WENN Stimme geziert UND Kranldieit leicht DANN ironische Distanz entfernt.

WENN Stimme geziert UND Krankheit mittel DANN ironische Distanz nahe.

WENN Stimme geziert ODER Krankheit schwer DANN ironische Distanz nahe.

Sehr übersichtlich lassen sich die Inferenz-Regeln in einer Übersichtstabelle darstellen. Dabei läßt sich gut überblicken, welche Verknüpfungen vorhanden sind beziehungsweise fehlen. Willkürlich wird für die UND-Verknüpfung der Minimum-Operator, für die ODER-Verknüpfung der Maximum-Operator gewählt, die Inferenz erfolge nach der Max/Min-Methode, die Defuzzifizierung nach der Schwerpunktmethode.

Übersichtstabelle für die Inferenz

Stimme sehr leise + Krankheit leicht

ODER Ironische Distanz sehr entfernt

Stimme leise + Krankheit mittel

UND Ironische Distanz entfernt

Stimme leise + Krankheit schwer

Stimme mild + Krankheit mittel

Stimme geziert + Krankheit leicht

Stimme geziert + Krankheit mittel

Stimme geziert + Krankheit mittel

Stimme geziert + Krankheit mittel

ODER Ironische Distanz nahe

Damit sind die Vorarbeiten in Bezug auf die Fuzzy-Logik geleistet. Nachfolgend wird die Wirkungsweise anhand eines konkreten Zahlenbeispiels gezeigt.

Zahlenbeispiel:

```
Es sei
```

```
Stimme = 76 (dB),
Krankheit = 3.5 (Index)
Damit ergibt sich:
```

```
Es ergibt sich \mumild (76 dB) = 0.25 \mugeziert (76 dB) = 0.7
```

```
Es ergibt sich \muleicht (Index 3.5) = 0.67 \mumittei (Index 3.5) = 0.33
```

Damit kommen folgende Inferenzregeln zum tragen:

WENN Stimme geziert UND Krankheit mittel DANN ironische Distanz nahe.

WENN Stimme mild UND Krankheit mittel DANN ironische Distanz mittel.

WENN Stimme sehr leise ODER Krankheit leicht DANN ironische Distanz sehr entfernt.

```
Damit ergibt sich

µnahe (Ironische Distanz)

=min {[µgeziert (Stimme); µmittel (Krankheit)}

=min {|µgeziert (76 dB); µmittel (Index 3.5)}

=min {0.75; 0.33}

=0.33

Analog dazu
```

```
\mumittel (Ironische Distanz)
=min {\mumi|d (Stimme); \mumittel (Kranlcheit)}
```

```
=min {\mumild (76 dB); \mumittel (Index 3.5)}

=min {0.25; 0.33}

=0.25

\musehr entfernt (ionische Distanz)

=max {\musehr leise (Stimme); \muleicht (Krankheit)}

=max {\musehr leise (76 dB); \muleicht (Index 3.5)}

=max {0; 0.67}

=0.67
```

Wenn es auf die Zugehorigkeitsfunktion der ironischen Distanz übertragen wird, ergibt sich eine Konstellation nach (162).

Der Schwerpunkt der Ergebnismenge kann durchaus außerhalb der Fläche liegen. Der Schwerpunkt wurde hier nur überschlagsmässig angenommen. Man erhält als Schwerpunktkoordinate auf der Rechtsachse den Wert 3.6 m. Somit ist eine ironische Distanz 3.6 m einzustellen!

通常、人文科学で言語学を研究する場合、人文の柱とTの逆さの認知科学の柱を並べて調節しています。また、認知科学の柱には、文系と理系の分析方法が両方含まれています。

文学作品における作者の推論を考察するには、まず、読んで思うという自然言語の情報があるため、それを作家の執筆脳とマージさせて、何れかの理系の手法に通じるようにしなければなりません。ここでは、マージの手法として論理計算を想定しているため、自然言語と論理言語間にある翻訳技法を紹介します。例えば、 Richard Montagueは、 PTQという論文の中で樹形図から論理式への翻訳と自然言語の表現を導く「シュガーリング」という方法を採用しました。このステップを踏むことにより、テキストのダイナミズムを論理言語によって処理する方法が次第につかめてきます。同時に、 Thomas Mannのイロニーが少しずつ論理文法とマージしていきます。

ここでは作品を通して作者の推論を考察するために、自然言語を論理言語で表現する(またはその逆の)方法を考えていきます。有名な例は、 MontagueがPTQの中で採用した翻訳技法シュガーリングです。この 方法は、コンピュータ言語学でいうバージングの逆の処理になります。

Montagueは、一階の述語論理によってすべての真理条件が記述できない点を克服するために、可能世界により指示対象が決まる内包論理へと述語計算を拡張しました。確かにこの方法は生成的です。まず、分析樹を定義し、次にそれを英語の文へ変換します。つまり、ここで一義的な構造が壊されていくことになります。この処理は、コンピュータ用語に相応してシュガーリングと呼ばれています。Prolog (宣言型言語で、何が計算されるのかが問題となる自然言語処理システム) などによるパージング は、この逆の処理です。

ここでは、Montague文法とパージングによる言語処理の関係およびそれらの相互作用を見ていくことにしよう。こうしたステップを踏むことにより、Thomas Mannの推論自体がより具体的になっていくからである。ましょう。次節と組み合わせて、テキストのダイナミズムを論理言語で処理する方法およびその発展の様子も簡単に説明します。

Montague文法の意義は、表現力のある形式論およびそのような形式論と英語の断片との関係になります。つまり、分析樹の定義とシュガーリングによる英語の断片の表記が問題になりますが、内包論理への翻訳は、構成性(フレーゲ原理)を基に進んでいきます。但し、本書は、テキストとのマージを念頭に入れていることもあり、それほど強く構成性を意識することはありません

次に、しばしばダイナミックMontague文法と評される論理文法 (discourse representation theory (DRT)と dynamic predicate loeic (DPL))が登場します。それらの対象表現は、例えば条件文になりますが、どうして Montague文法の手法ではこうした表現の分析に可能性がないのかが議論されます。例えば、不定冠詞を含んでいる分析樹が内包論理に翻訳されると、存在限量詞は含みますが普遍限量詞は含まない形に翻訳されます。これは、形式化が派生上構成性の問題を含んでいるためです。つまり、 Montague文法の手法を用いても普遍限量詞への翻訳は説明できません。

そこで、Kamp は、Montague文法とは異なる構成性を持った談話表示理論を開発し、述語計算

への翻訳により意味が決まる中間レベルの談話表示を提案しました。Groenendijk と Stokliof は、その流れにのって、テキストまで含めた文法構造を表記するために、ダイナミックな述語論理 (DPL) と呼ばれる形式論を採用しました。 統語論についていうと、DPL は DRTより論理定項の数が多く、意味論は、モデルも用語の解釈も同じですが、割り当て関数の扱いに違いがあります。 つまり、DPLでは、割り当て関数が全体の関数として機能し、部分的な割り当てにも対応できるようになっています。

テキスト内のダイナミズムを処理するために、直感主義論理を導入します。直感主義論理は、その基礎にタイプ理論を持っていますが、ここでは、多形 (polymorphic)のタイプ理論を採用します。また、直感主義論理における範疇文法は、 演算子を規定する役割があります。文法構造は、 Montague の PTQ とは異なり、シュガーリングと意味の説明のための形式化が存在するだけです。対象表現は、単文、条件文 そしてテキストになります。

ここでは、直感主義論理に基づいた簡単なドイツ語の文法を導入します。 直観主義は、論理の系統の中で様相論理などと共に多値論理のグループに属し、やはり量化の表現に真理値を割り当てる上で古典的な二値論理では不十分であるという立場を取ります。また、直感主義を用いた自然言語に関する証明は、コンピュータのプログラムにも通じる方法であり、 Ranta は、 Montague の PTQ を土台とした英語の断片を提示しています。ここで導入するドイツ語の文法は、レキシコン、範疇文法そして シュガーリングを構成要素とします。

まず前提として、テキストのダイナミズムを直接反映するために、 Ranta は、Matin-Löf のタイプ理論を取り入れました。 Matin-Löf の動機は、統語論と意味論を数学によって明確にするという立場から、 直感主義の数学とプログラミング間をつなぐために(例えば、argument とinput、valueとoutput、x=eとx:=e、関数の合成とS1;S2、条件の定義と if B then S1 else S2、回帰の定義とwhile B do Sなど)、直感主義のタイプ理論を考案しました。

直感主義のタイプ理論は、命題の表現を持っています。まず複合命題を考えてみよう。これは、領域Aの中で解釈される述語計算の(ヨX)と(Vx)に相応します。但し、タイプ理論が述語計算に比べてより形式的となっている点に違いがあります。それは、タイプ理論が、命題や判断(または主張)を明確にするためです。命題は、判断の一部ですが、その逆になることはありません。ここで、A: propは、命題Aが適格な式であるという判断を意味しています。a: Aは、Aが真であるという判断です。つまり、aはAの証明になります。こうした判断は、例えば、疑問文などに生じることがあります。

演算子∑と∏は、ドイツ語の文章を形式化する場合、述語計算の(∃X)や(Vx)と同じ方法で使用されます。つまり、直感主義タイプ理論の量化表現を含む命題をドイツ語の文章へシュガーリングする規則と原子的な命題のシュガーリングの規則により、派生できるようになります。

しかし、自然言語を処理するためにタイプ理論をさらに豊かにする必要があります。そのように定義すれば、一般化された関数のタイプ $(x:\alpha)$ β の中で判断ができるようになります。判断は、変項に対するタイプ割り当ての中で行われます。そして、仮定の連鎖は、例えば、判断Jが文脈の中で実行される場合、変項は、自由にJの中に現れることになります。また、判断Jが文脈の中で行われ、定項が変項と置換される場合、判断が文脈に依存することはありません。

断片的なドイツ語の文法を記述する準備として、最後に演算子 Σ と Π をさらに高いレベルで考察します。それは、これらの演算子がドイツ語のレキシコンに含まれるからです。 Σ は、変数として集合と集合上で定義される命題関数を取り命題を返します。集合の統語表記は、 Σ (A,B)となります。また、演算子pairを使用して Σ (A,B)の要素が形成される場合は、要素a: AとB(a)の証明が必要になります。次に要素Aと証明B(p(c))から c: Σ (A,B)を生成する投射の演算子pとqが導入されます。これらの演算子は、規範的なものではありません。 Π は Σ と同じタイプの演算子ですが、範疇の割り当てから単形の規則を導くために、単形の λ I抽象化とap演算子が挿入されます。

直感主義論理に基づいた簡単なドイツ語の文法を考察ます。レキシコンは、基本表現に範疇を割り当てていきます。範疇文法は、直感主義のタイプ理論を形式化する規則です。そしてシュガーリングの規則は、形式化された表現がドイツ語として認知される語彙の連鎖を返します。

Ranta の文法とMontague文法の違いは、前者がシュガーリングと意味の説明の基礎となる表現を形式化しているにすぎない点です。Montague文法は、(i) 基本表現を分析榭に結合させ、(ii) 分析樹を単純な文にシュガーリン グするといった二重構造となっています。もちろん、Ranta の文法も意味と形式間のパラレルな関係を要求します。

まず、多くのドイツ語の表現がタイプ理論の意味で直接レキシコンに導入されます。範疇化が存在論の意味を持っているため、各表現に対してタイプ理論の意味合いを作ることができます。また、ドイツ語の量化表現(jederや不定冠詞)の範疇化は排除します。これらの語彙が Σ と Π による表現を示すことができないため、レキシコンにjederを登録してから、"jeder Mann"を"x"と置換してシュガーリングを掛けていきます。 しかし、jeder が強い意味を持つと、 Π のシュガーリングに問題が生じます。 jederが弱い意味を持つと、一意な意味がでます。その場合、jederに対する形式表現は Π となり、不定冠詞は Σ になります。こうしたシュガーリングの規則の特徴は、擬似的な範疇化によって表現されます。擬似的に範疇化された表現を持つと、パージングの規則は、一定の方法でそれを処理することができます。

レキシコンを考察しましょう。普通名詞、固有名詞、動詞および形容詞が範疇化されます。語彙登録は、シュガーリングのパターンを示しています。レキシコンを持つことによって、名詞の集合や動詞の関数が定義され、上述した \sum 、 \prod 、pair、 λ 、p、qおよびapといった演算子もそこに含まれます。さらに、SとNという演算子が導入されます。これらは、タイプ理論の命題表現を変数として取り、文章と名詞を返します。

シュガーリング規則のシステムを見ていきましょう。対象は、ドイツ語の断片です。[E/F]とは、表現Eを表現Fで置換することを意味します。 $\{E, F, G\}$ は、E、F、G が選択できることを示しています。補助規則は、まず、単数の表現を再帰代名詞に戻し、主要な変数としてマークを付け、照応表現の範囲に設定します。次に、SとNの演算子を規定する際、規則(Q)、(C)、(R)が重要になります。規則(Q)は、直感主義のタイプ理論の量化表現をドイツ語の文章にシュガーリングする規則です。規則(C)は、 Σ と Π を限量詞というよりも連結詞と見なして、結合と条件のシュガーリングを処理します。規則(R)は、表現が、関係代名詞によつて修飾された名詞にシュガーリングが掛かることを説明しています。最後に形態操作の説明です。VF動詞(3人称単数現在)、名詞の目的格 ACCと所有格GEN、不定冠詞INDEF、人称代名詞PRON、関係代名詞 REL

、再帰代名詞REFLが、シュガーリングの規則のための形態操作として導入されます。

照応表現の指示は、その表現が現れる文脈内で一意に規定されなければなりません。そこでRantaは、代名詞を擬似的に範疇化される表現と見なし、照応の依存領域に関する生成方法を問題としました。 文脈内で形成される命題は、変項が文脈において自由に出現することを認めています。つまり、タイプ理論と同様に命題の力によって、さらに命題を形成するために、照応の依存関係や前提が所与の命題の真理値を予め仮定することができると考えています。

文は、命題ではなく形式の判断です。個々の命題は、先行する文脈に依存し、テキストは、形式の文脈として表現されます。その際、文に対する証明は、一般的に定項ではなく、変項として生成されます。直感主義論理は、テキストのダイナミズムを処理するためにこのような方法を採用しています。

Alle Wahrheitsbedingungen können durch eine Formel der Prädikatenlogik erster Stufe nicht ausgedrückt werden. Der Satz

(1) Hans Castorp sucht eine Frau,

hat nur eine Darstellung.

(2) $(\exists x)$ (Frau (x) und suchen (Hans Castorp, x))

Deswegen erweiterte Montague die Prädikatenrechnung für die intensionale Logik, in der die Referenz zur möglichen Welt gemacht werden kann und mit den willkürlichen Varianten verbunden werden kann. Dann hat der Satz (1) die Formalisierung (3).

(3) suchen (Hans Castorp, $P(\exists x)(Frau^*(x) und P \{x\})$)

Das wird als eine Lesart von "de dicto" angesehen. Neben der intensionalen Logik gibt es "analytische Bäume" in der Montague Grammatik. Im Formalismus der analytischen Bäume wird der Satz (1) in zwei Arten betrachtet wie folgt.

- (4) F10.0 (F2 (Frau, F4 (Hans Castorp, F5 (suchen, he0))))
- (5) F4 (Hans Castorp, F5 (suchen, F2 (Frau)))

Die Montague Grammatik ist generativ. Zuerst definiert sie die analytischen Bäume und erklärt, wie die Bäume in englische Sätze übersetzt werden. Dieser Prozeß, der ein Gegenteil von "Parsing ist, heißt "Sugaring" in der Computerlinguistik.

Zum Beispiel kann ein einfacher Baum für "Parsing" illustriert werden wie folgt. Zuerst wird die kontextfreie Grammatik in (6) gegeben und in einigen Programmen wie (7) axiomatisiert. Der normale Begriff für eine kontextfreie Regelung ist N0 → V1,...,Vn, wo N0 kein letztes Wort ist und V1 kein letztes Wort oder ein letztes Wort ist. Solche Regelung hat die folgende informelle Interpretation. Wenn Ausdrücke "w1,...,wn" zu

"V1,...,Vn" passen, dann hat der einzigartige Ausdruck "w1,...,wn" (die Verkettung des Ausdrucks w1) selbst einen Ausdruckstyp N0. Nun wollen wir die folgende kontextfreie Grammatik annehmen.

```
S → NP VP (sentence)

NP → Det N OptRel (noun phrase)

OptRel → Empty string (optional relative clause)

VP → TV NP (transitive verb phrase)

VP → IV (intransitive verb phrase)

PN → Hans Castorp (proper noun)

PN → Clawdia Chauchat (proper noun)

Det → ein (determiner)

N → Programm (noun)

IV → hält (intransitive verb)

TV → schreibt (transitive verb)
```

Es ist hier zu bemerken, daß die allgemeine Form für Axiomatisierungsregelungen selbst in bestimmten Nebensätzen liegt. Das kann dierekt in Prolog dargestellt werden.

```
(7) Programm
S (P0, P):- NP (P0,P1), VP (P1, P).
NP (P0, P):- Det (P0, P1, N (P1, P2),
(P2, P).
VP (P0, P):- V(P0, P).
OptRel:- (P, P).
Det (P0, P):- connects (ein, P0, P).
N (P0, P):- connects (Programm, P0, P).
IV (P0, P):- connects (hält, P0, P).
```

Das Literal connects (Terminal, Position1, Position2) wird verwendet, um zu zeigen, daß das Symbol "Terminal" zwischen "Position1" und "Position2" liegt. Wenn das Prädikat "connects" gegeben wird, kann ein Ausdruck dadurch axiomatisiert werden, um darzustellen, daß das letzte Symbol in der Kette "ein Programm hält" die Kettenpositionen miteinander verbindet.

```
(8) connects (ein, 0,1).
connects (Programm, 1,2).
connects (hält, 2, 3).
```

Die Axiomatisierung der Ausdrücke und der kontextfreien Grammatiken erlaubt einem Beweisverfahren von "Horn-clause", eine Rolle als eine Art von "Parser" zu spielen. Das Beweisverfahren von Prolog gibt einen Parsingsmechanismus wie z.B. "top-down" und "left-to-

right". Solche Axiomatisierung der Grammatik ist wichtig, wenn ein Baum für "Parsing" eine Art von Beweis der Grammatikalität eines Ausdruckes vorbereitet.

Dann wird eine Semantik für das deutsche Fragment spezifiziert. Eine entsprechenae Regelung für die Subkonstituenten in der logischen Form wird mit jeder kontextfreien Regelung verbunden.

(9)
$$S \rightarrow NP VP$$

(10) Semantische Regelung 1

Wenn die logische Form für NP NP' ist und die logische Form für VP VP' ist, dann ist die logische Form für S VP' (NP').

(11)
$$VP \rightarrow TV NP$$

(12) Semantische Regelung 2

Wenn die logische Form für TV TV' ist und die logische Form für NP NP' ist, dann ist die logische Form für VP TV' (NP').

Als ein Beispiel wollen wir "Hans Castorp sieht Clawdia Chauchat" betrachten. Jede logischen Formen für "Hans Castorp" und "Clawdia Chauchat", sind Hans Castorp' und Clawdia Chauchat'. Die logische Form für das transitive Verb "sieht" ist der Lambdaausdruck $\lambda x.\lambda y.$ sieht' (y, x). Durch die Regelung in (12) wird die VP "sieht Clawdia Chauchat" mit dem Ausdruck $(\lambda x.\lambda y.$ sieht' (y, x)) (Clawdia Chauchat') verbunden, die durch β -Reduktion gleichbedeutend mit $\lambda y.$ sieht' (y, Clawdia Chauchat') ist. Durch die Regelung in (11) wird der Satz "Hans Castorp sieht Clawdia Chauchat" mit der logischen Form $(\lambda y.$ sieht" (y, Clawdia Chauchat')) (Hans Castorp') verbunden, die durch β -Reduktion gleichbedeutend mit sieht' (Hans Castorp', Clawdia Chauchat') ist. Die Ableitung kann im folgenden Baum für "Parsing" zusammengefa β t werden.

Die Wichtigkeit der Montague Grammatik besteht nicht nur in der ausdrucksvollen Kraft ihres Formalismus, sondern auch in ihrer ausfühlichen Erklärung über die Beziehung zwischen dem englischen Fragment und dem Formalismus. Allerdings hat die Grammatik keine Formalisierung für die englische Sprache, sonderen die Regelungen für "Sugaring in die Sprache und die Überseztung in die intensionale Logik. Die analytischen Bäume konstituieren die formale Sprache. Das Fragment wird durch "Sugaring" bekommen. Die folgende Figur zeigt die Struktur der PTQ-Grammatik.

(13)Analytische Bäume → Sugaring → Englisch↓ Übersetzung

Intensionale Logik

Die Montague Grammatik wird manchmal als kompositional betrachtet, wenn sie dafür gehalten wird, daß jeder englische Ausdruck eine definitive Übersetzung in die intensionale Logik hat und wenn die Übersetzung jedes komplexen Ausdrucks durch die Übersetzung seiner Teile bestimmt wird. Statt der einfachen englischen Sprache erwähnt der Ausdruck auch die analytischen Bäume. Das macht zwar die Kompositionlität trivial. Aber es ist besser, sie nicht so stark zu denken, wenn zwei verschiedenen Formalismen wie z.B. "syntaktisch" und "logisch" vergleicht werden und wenn der logische Formalismus besonders zur Fuzzy Logik führt.

Um eine dynamische Darstellung zu formalisieren, wird manchmal die Erweiterung vom PTQ-Fragment zur Konditionalsatz diskutiert, weil man erklären kann, warum es keine Möglichkeit gibt, wenn die analytischen Bäume in solcher Weise definiert werden und wenn die Übersetzung in die intensionale Logik dafür gehalten wird, die Konstituente der analytischen Bäume einzigartig zu nehmen.

(14) Wenn ein Mann singt, spricht er.

Der Satz kann befriedigend nicht betrachtet werden, weil es keinen analytischen Baum gibt, der als "Sugaring" zu (14) angesehen und in die intensionale Logik wie (14) übersetzt wird.

(15) $(\forall x)$ (Mann (x) & singen (x) \supset sprechen (x))

Der Satz enthält den indefiniten Artikel "ein". Aber wenn der analytische Baum in die intensionale Logik übersetzt wird, wird F2 in etwas übersetzt, was nicht ∀, sondern ∃ enthält. Die Formalisierung wird als eine Verletzung der Kompositionalität für einen derivativen Grund angesehen. Es handelt sich darum, ob man sowohl den Existenzquantor als auch den Allquantor interpretieren könnte. Zum Beispiel kann der Satz (16) als (17) formalisiert werden.

(16) Wenn ein Mann singt, hört er eine Oper.

(17)
$$(\forall x)(Mann(x) \& singen(x) \supset (\exists y)(Oper(y) \& (h\"{o}ren(x, y)))$$

Tatsächlich ist es unmöglich, wenn der indefinite Artikel einzigartig dargestellt wird. Daher nahm Groenendijk and Stokhof Kampsche Theorie an, die "discourse representation theory (DRT)" genannt wurde, und weiste darauf hin, daß die Kompositionalität in DRT etwas anderes als Fregesche Kompositionalität in der Montague Grammatik war. DRT bereitete ein vermitteltes Niveau vor, das einen Formalismus konstituierte, dessen Semantik in die Prädikatenrechnung übersetzt wurde. Groenendijk and Stokhof entwickelte weiter auch eine andere Art von Formalismus, der "dynamic predicate logic (DPL)" genannt wurde, um die grammatischen Strukturen von Sätzen und Texten darzustellen. Das enthält auch ein vermitteltes Niveau. Allerdings konstruiert DPL eine alternative kompositionale Semantik über den Diskurs (siehe das Folgende).

In den Achtzigerjahren wurde es in der modelltheoretischen Semantik so angenommen, daß das Prinzip der Kompositionalität beseitigt werden sollte. In der Tat nahmen die verschiedenen Ansätze zur modelltheoretischen Semantik über den Diskurs als ein Ausgangspunkt keine Kompositionalität an. Das war wirklich ein Hindernis, wenn man die neueren Ansätze mit den älteren Ansätzen vergleichte.

Wollen wir hier DPL mit DRT nur etwas vergleichen. DPL hat zwar die Absicht, empirisch equivalent zu DRT zu sein, aber es gibt folgende Unterschiede zwischen beiden Theorien. Zuerst wird der syntaktische Unterschied zwischen den Bedingungen und DRS (discource representation structure) gemacht. In DRS werden die Sätze und Diskurse einer natürlichen Sprachen dargestellt. Die Bedingungen sind die Elemente, die durch DRS konstruiert werden. Mit anderen Worten erscheinen die Bedingungen als die Subausdrücke von DRS.

(18) Definition der DPL Syntax

- 1.Wenn t,...,tn individuelle Konstanten oder Variablen sind und R ein n- stelliges Prädikat ist, dann ist Rt,..,tn eine Formel.
- 2. Wenn tj und t2 individuelle Konstanten oder Variablen sind, dann ist t1= t2 eine Formel.

- 3. Wenn Φ eine Formel ist, dann ist Φ eine Formel.
- 4.Wenn Φ und Ψ Formeln sind, dann ist[$\Phi \wedge \Psi$] eine Formel.
- 5.Wenn Φ und Ψ Formeln sind.dann ist[Φ \vee Ψ] eine Formel.
- 6.Wenn Φ und Ψ Formeln sind,dann ist[$\Phi \rightarrow \Psi$] eine Formel.
- 7. Werm Φ eine Formel ist und x eine Variable ist, dann ist $\exists x \Phi$ eine Formel.
- 8. Wenn Φ eine Formel ist und x eine Variable ist, dann ist $\forall x \Phi$ eine Formel.
- 9. Eine Formel ist nichts als der Grund 1-8.

Das keine logische Vokabular von DPL besteht aus n-stelligen Prädikaten, individuellen Konstanten und Variablen. Die logischen Konstanten sind Negation -,Konjunktion \land , Disjunktion \lor , Folgerung \rightarrow , Existenzquantor \exists , Allquantor \forall und. Identität =. Somit ist die Syntax von DPL die Syntax der normalen Prädikatenlogik.

(19) Definition der DRT Syntax

- 1.Wenn t1,...,tn individuelle Konstanten oder Variablen sind und R ein n-stelliges Prädilcat ist, dann ist Rt,...,tn eine Bedingung.
- 2. Wenn t1 und tn individuelle Konstanten oder Variablen sind, dann ist t1= t2 eine Bedingung.
- 3.Wenn Φ eine DRS ist, dann ist Φ eine Bedingung.
- 4.Wenn Φ und Ψ DRSn sind, dann ist $[\Phi \lor \Psi]$ eine Bedingung.
- 5. Wenn Φ und Ψ DRSn sind, dann ist $[\Phi \rightarrow \Psi]$ eine Bedingung.
- 6.Wenn $\Phi 1,...,\Phi n$ (n = 0) Bedingungen sind und x1,...,xkVariablen (k = 0) sind, dann ist [x1,...,xk] [x1,...,xn] eine DRS.
- 7. Eine Bedingung oder eine DRS ist nichts als der Grund 1-6.

Das keine logische Vokabular besteht aus n-stelligen Prädikaten, individuellen Konstanten und Variablen. Die logischen Konstanten sind Negation -, Folgerung → und Identität =.

Der zweite Unterschied zwischen der DPL- und der DRS Sprachen besteht darin, daß dieser zwar Negation, Folgerung und Disjunktion, aber keine Konjunktion und keine Quantoren enthält.

(20) Definition der DPL Semantik

8.

```
\begin{split} &1.[[\mathsf{R}t1,...,tn]] = \{<\mathsf{g},\mathsf{h}>|\mathsf{h} = \mathsf{g} \ \& <[[\mathsf{t}1]]\mathsf{h},...,[[\mathsf{t}n]]\mathsf{h} \in \mathsf{F}(\mathsf{R})\}. \\ &2.[[\mathsf{t}1,...,\mathsf{t}2]] = \{<\mathsf{g},\mathsf{h}>|\mathsf{h} = \mathsf{g} \ \& \ [[\mathsf{t}1]]\mathsf{h} = [[\mathsf{t}2]]\mathsf{h}\}. \\ &3.[[-\Phi]] = \{<\mathsf{g},\mathsf{h}>|\mathsf{h} = \mathsf{g} \ \& \ -\exists \ k:<\mathsf{h},\mathsf{k}> \in [[\Phi]]\}. \\ &4.[[\Phi \land \Psi]] = \{<\mathsf{g},\mathsf{h}>|\exists \ k: <\mathsf{g},\mathsf{k}> \in [[\Phi]] \ \& \ <\mathsf{g},\mathsf{k}> \in [[\Psi]]\}. \\ &5.[[\Phi \lor \Psi]] = \{<\mathsf{g},\mathsf{h}>|\mathsf{h} = \mathsf{g} \ \& \ \exists \ k:<\mathsf{h},\mathsf{k}> \in [[\Phi]] \ \lor \ <\mathsf{h},\ \mathsf{k}> \in [[\Psi]]\}. \\ &6. \quad [[\Phi \to \Psi]] = \{<\mathsf{g},\mathsf{h}>|\exists \ k: \ \mathsf{k}[\mathsf{x}]\mathsf{g} \ \& \ <\mathsf{k},\ \mathsf{h}> \in [[\Phi]]\}. \\ &7. \quad [[\exists \ \mathsf{x}\Phi]] = \{<\mathsf{g},\mathsf{h}>|\exists \ k: \ \mathsf{k}[\mathsf{x}]\mathsf{g} \ \& \ <\mathsf{k},\ \mathsf{h}> \in [[\Phi]]\}. \end{split}
```

 $[[\forall x \Phi]] = \{\langle g, h \rangle | h = g \& \forall k : k[x]h \Rightarrow \exists j : \langle k, j \rangle \in [[\Phi]]\}.$

Ein Modell ist ein Paar <D, F>, wo D keine leere Menge von Individuen ist. F ist eine Funktion der Interpretation, die als den Definitionsbereich die individuellen Konstanten und Prädikaten hat. Wenn α eine individuelle Konstante ist, dann $F(\alpha)\subseteq D$; wenn α ein n-stelliges Präaikat ist, dann $F(\alpha)\subseteq D$ n. Eine Zuweisung g ist eine Funktion, die jeder Variable ein Individuum zuweist: $g(x)\subseteq D$. G ist die Menge aller Zuweisungsfunktionen. Dann wird [[t]]g = g(t) definiert, wenn t eine Variable ist, und [[t]]g = F(t), wenn t eine individuelle Konstante ist. Schließlich wird die FunKtion für die Interpretation [[]]DPL $M\subseteq G$ x G definiert. (M ist maximal.)

(21) Definition der DRT Semantik

```
\begin{split} &1.[[Rt...,tn]]Cond = \{g|<[[t1]]g,...,[[tn]]g>\in F(R)\}.\\ &2.[[t1=tn]]Cond = \{g|[[t1]]g=[[t2]]g\}.\\ &3.[[-\Phi]]Cond = \{g|-\exists\,h:<g,h>\in [[\Phi]]DRS\}.\\ &4.[[\Phi\ V\ \Psi]]Cond = \{g|\exists\,h:<g,h>\in [[\Phi]]DRS\ V\ <g,h>\in [[\Psi]]DRS\}.\\ &5.[[\Phi\to\Psi]]Cond = \{g|\forall\,h:<g,h>\in [[\Phi]]DRS\Rightarrow\exists\,k:<h,k>[[\Psi]]DRS\}.\\ &6.[[x1,...,xk][\Phi1,...,\Phin]]DRS = \{<g,h>|h[x1,...,xk]g\ \&h\in [[\Phi1]]Cond\&...\&h\in [[\Phi n]]Cond\}. \end{split}
```

Hier entspricht $\langle g,h \rangle \in [\![\Phi]\!] DRS$ dem Begriff "h ist eine bestätigende Einbettung von Φ bezüglich g". Da DRS durch die Bedingungen gebildet wird, braucht man einen Begriff der Interpretation der Bedingung [[]] Con M \subseteq G zu definieren (M ist maximal), wo g \in [[Φ]] Cond dem Begriff " Φ ist wahr bezüglich g" entspricht.

Das Modell für die DRS Sprache ist identisch mit DPL. Die Zuweisung und die Interpretation der Terminologien werden auch in den beiden Theorien in gleicher Weise behandelt. Allerdings ist die DPL Formel etwas anderes als die Bedingung von DRT. Das heißt, DPL hält die Zuweisungen für die totalen

Funktionen. Deswegen könnte die Semantik von DPL auch bezüglich der partiellen Zuweisungen begleitet werden.

Um die Semantik einschließlich Diskurs oder Text in einem Übersetzungsprogramm zu behandeln, wollte man einen Text in der Art und Weise wie "Processing" interpretieren können. Die Komposidonalität war zwar ein intuitiver Weg. Manchmal postulierte doch keine kompositionle Semantik eine vermittelte Ebene zwischen der syntaktischen Form und der eigentlichen Bedeutung für die semantischen Darstellungen wie z.B. Anapher. Das heißt, viele Semantiker nehmen den Standpunkt an, daß der Unterschied zwischen den Anaphern noch mehr in der logischen Form liegt als im Inhalt, trotzdem die Situation gleich ist und die Wahrheitsbedingung auch keinen Unterschied hat.

Die intuitionistische Logik wird in der Grammatik einer natürlichen Sprache kaum verwendet. Aber es handelt sich hier um die Formalisierung einer natürlichen Sprache in die mtuitionistische Logik, weil der intuitionistische Beweis so ähnlich dem Begrifl eines Computerprogramms ist. Ranta nimmt eine Grammatik eines englischen Fragments an, die ähnlich der Struktur von PTQ ist. Zuerst betrachtet Ranta die Quantoren und Anaphern, und dann diskutiert zusätzlich die Dynamischheit eines Textes.

Ranta stellt auf Matin-Lör hin die intuitionistische Typentheorie vor. Die intuitionistische Typentheorie hat die Ausdrücke für Propositionen.

(22) $(\Sigma x: A) B$ and $(\Pi x: A) B$.

Die Ausdrücke entsprechen $(\exists x)$ und $(\forall x)$ in der Prädikatenrechnung, die im Bereich A interpretiert wird. Der Unterschied besteht darin, daß die Typentheorie einen Bereich und/oder einen Urteil (oder eine Behauptung) explizit macht. Die Typentheorie ist noch formaler als die Prädikatenrechnung. Der Bereich kann nur von der Interpretation verstanden werden. Der Urteil ist noch breiter in einem Skopus als die Proposition, die als ein Teil eines Urteils angesehen werden mag.

(23)

Urteil Wo bedeutet daß

A: prop - A ist eine Proposition.

A=B: prop A:prop, B: prop A und B sind gleiche Propositionen.

a: A A:prop a ist ein Beweis von A.

a=b: A A:prop,a:A,b: A a und b sind gleiche Beweise von A.

Der Urteil einer Form "A ist eine wohlgeformte Formel" entspricht der Form "A: prop" und der Urteil einer Form "A ist wahr" entspricht der Form "a: A". Allerdings muß der Beweis für die Formalisierung einer Folge der Sätzen explizit gemacht werden.

(24) Ein Mann keucht.

wird formalisiert wie folgt.

(25) (Σx : Mann) keuchen (x).

Das entspricht der Formel der Prädikatenrechnungen wie (26).

(26) $(\exists x)$ (Mann (x) & keuchen (x)).

Der große Bereich kann auch verwendet werden.

(27) $(\Sigma x: D)(Mann(x) \& keuchen(x))$.

Solche Form ist allerdings für die richtige Formalisierung der Ausdrürcke wie "jeder" und "meist" gebraucht.

(28) Jeder Mann keucht.

(29) (Πx : Mann) keuchen (x).

Durch eine einfache Regelung (Q), die für "Sugaring" der quantifizierten Propositionen in die deutschen Sätze gegeben wird, und durch die Regelungen für "Sugaring" der atomaren Propositionen kann ein Satz (68) aus (69) abgeleitet werden. Die obengenannte Typentheorie ist polymorphisch.

(30) (Πx : Patient) (Σy : Thermometer) besitzen (x, y) > Jeder Patient besitzt einen Thermometer.

(30) ist ein Beispiel mit zwei Quantoren. Das Zeichen ">" zwischen zwei Ausdrücken wird als "can be sugared into" gelesen.

Die einfache Typentheorie ist überhaupt nicht genug für die formale Sprache. Um sie vollständig zu formalisieren, ist die reichere Typentheorie gebraucht. Wollen wir die folgenden Urteile betrachten.

(31)

Urteil Welche Voraussetzungen bedeutet daß

 α :type - α ist eine Type.

 α = β : type α :type, β : type α und β sind gleiche Typen.

a: α a ist ein Objekt von α .

a=b: α α : type, a: α , b: α a und b sind gleiche Objekte von α .

Alle Urteile können unter Hypothesen (x: α) gemacht werden, die den Variablen die Typen

zuweisen. Ein Kontext ist eine Folge der Hypothesen, deren Form x1: α ,...,xn: α ist. Wenn ein Urteil J im Kontext gemacht wird, mögen Variable x1,...,xn in J frei erscheinen. Wenn ein Urteil J im Kontext gemacht wird und Konstanten a1: α 1,...,an: α n (a1,...,an-1/x1,...,xn-1) durch Variablenx1,...,xn in J substituiert werden, ist ein Urteil unabhängig vom Kontext.

Wollen wir weiter Σ und Π auf dem höheren Niveau betrachten. Die Type "prop" einer Proposition wird eingeführt (prop: type und prop = set: type). Σ ist ein Operator, der als das Argument eine Menge und eine propositionale Funktion nimmt, die auf der Menge definiert wird und eine Proposition herausbringt.

```
(32) \Sigma: (X:set)((X) prop) prop.
```

Die Syntax des höheren Niveaus ist $\Sigma(A, B)$, wo A:set und B:(A) prop eingesetzt werden. Wenn ein Element von $\Sigma(A, B)$ durch das Operator "pair" geformt wird, sind ein Element a: A und ein Beweis von B(a) gebraucht.

```
(33) pair: (X:set)(Y:(X)prop)(x:X)(Y(x))\Sigma(X,Y).
```

Die Projektionen (p und q), die ein Element von A und einen Beweis von B(p(c)) durch einen Beweis c: $\Sigma(A, B)$ erzeugen, werden in (34) eingeführt. Allerdings sind sie nicht kanonisch.

```
(34)
p: (X:set)(Y: (X) prop)(z:\Sigma(X,Y))X;
q: (X:set)(Y: (X) prop)(z:\Sigma(X,Y))Y(p(X,Y,z)).
```

 Π ist die gleiche Type wie Σ . Aber die monomorphische λ -Abstraktion und das ap-Operator werden eingeführt, um die monomorphische Regelungen aus der Zuweisung der Kategorien abzuleiten. Die Regelungen entsprechen den polymorphischen Typentheorien, die Matin-Löf darstellte. Diese Operatoren wie Σ , Π , pair, λ , p, q und ap werden im Lexikon der deutschen Grammatik enthalten.

```
    (35)
    Π: (X:set)((X) prop) prop;
    λ: (X:set)(Y: (X) prop)((x:X)Y) Π(X:Y);
    ap: (X:set)(Y: (X)prop)(Π(X:Y))(x:X) Y(x).
```

Wollen wir hier die intuitionistische Grammatik für das deutsche Fragment betrachten. Die Grammatik besteht aus manchen Komponenten. Zuerst das Lexion, das den grundlegenden Ausdrücken die Kategorie zuweist. Ferner die kategoriale Grammatik, die aus den Regelungen der intuitionistischen und typentheoretischen Formalismus besteht. Schließlich die Sugaringsregelungen, durch die sich die Ausdrücke des Formalismus zu den deutschen Wörtern verwandeln können.

Die Sugaringsregelungen sind überhaupt nicht eins zu eins. Im allgemeinen kann ein formaler Ausdruck durch die Sugaringsregelungen in viele alternativen deutschen Ausdrücke bearbeitet werden. Einerseits gibt es gleichbedeutende Ausdrücke. Andererseits gibt es ambige Ausdrücke. Es ist doch zu bemerken, daß das Synonym keine äquivalente Beziehung zwischen deutschen Sätzen ist, weil es folgende Beispiele geben mag.

```
(36)
F>E und F>E', aber nicht F>EW";
F'>E' und F'>E", aber nicht F'>E.
```

E und E' sind gleichbedeutend, und E' und E" sind auch so, aber E und E" sind nicht so.

```
(37) F = (\sum x: Frau) \ (\prod y: Mann) \ lieben \ (x, y). F' = (\prod y: Mann) \ (\sum x: Frau) \ lieben \ (x, y). E = Hier \ ist \ eine \ Frau, \ die \ jeden \ Mann \ liebt. E' = Eine \ Frau \ liebt \ jeden \ Mann.
```

E" = Wenn ein Mann hier ist, ist eine Frau da, das ihn liebt.

```
(38)Lexikon → Formalismus → DeutschKategoriale Grammatik Sugaring
```

Die Grammatik (38) kann mit der Struktur der PTQ Grammatik vergleicht werden. Die syntaktischen Regelungen der Montague Grammatik spielen eine Doppelrolle wie (i) Verbindung der grundlegenden Ausdrücke mit den Analysenbäumen und (ii) "Sugaring" der Analysenbäume ins einfache Deutsch.

S-Regelungen (i) S-Regelungen (ii)

Grundlegende Ausdrücke → Analysenbäume → Deutsch

↓ Übersetzung

Intensionale Logik

Der Unterschied besteht darin, daß es nur einen Formalismus gibt, der auf den Sugaringsregelungen und den Bedeutungsausdrücken beruht. Wenn ein logischer Formalismus als die Grundlage der Erzeugung der deutschen Sätze verwendet wird, kann die Erzeugung die effektiven semantischen Bedingungen der Wohlgeformtheit bilden.

(40)

- a. Kategorisieren Sie, was Sie können.
- b. Kategorisieren Sie nicht, was Sie nicht können.
- c. Kategorisieren Sie quasi gleichbedeutend, was Sie können.

(40)a fordert, daß viele deutschen Ausdrücke den typentheoretischen Bedeutungen direkt zugewiesen werden. Aber wenn die Kategorisierungen auch ihre ontologische Lesarten haben, muß man den vollen typentheoretischen Sinn jeder kategorisierten Ausdrücke haben können. Das führt zum zweiten Prinzip (40)b, das die Kategorisierung der deutschen Quantoren "irgendein", "jeder" und "manch" ausschließt, weil diese Wörter nicht immer verwendet werden können, um zu beschreiben, was "∏" und "∑" ausdrücken.

(41)

jeder: (X: set) ((X) prop) prop,

jeder: Π : (X: set) ((X) prop) prop.

Hier kann man den Sugaringsprozeß von (42) zu (43) verwenden, indem ajeder Patient" durch "X" substituiert wird.

- (42) (jeder x: Patient) (weggehen (x) \supset Behrens ist froh).
- (43) Wenn jeder Patient weggeht, ist Behrens froh.

Aber wenn das deutsche Wort "jeder" einen starken Sinn hat, kann der Sugaringsprozeß keine Bedeutung erhalten. Es handelt sich um den Prozeß von Π .

Es gibt einen schwachen Sinn, in dem "jeder" eine einzigartige Bedeutung hat. Für "jeder" ist er Π , während der unbestimmte Artikel "ein" in gleicher Weise Σ hat. Die Eigenschaften der

Sugaringsregelungen werden durch die Quasikategorisierungen ausgedrückt.

(44)

jeder $< \Pi$: (X: set) ((X) prop) prop, INDEF $< \Sigma$: (X: set) ((X) prop) prop.

Wenn ein Ausdruck quasikategorisiert wird, wird Σ immer für die unbestimmte Artikel erzeugt, weil eine Parsingsregelung sie in der gleichenförmigen Weise behandeln kann (siehe (40)c).

Hier wird das Lexikon eingefiihrt. Die Terminologien sind ein Substantiv, ein Verb und ein Adjektiv und deuten die Ausdrücke für die Menge, die propositionale Funktion und die Funktion an, die ein Individum als den Wert bestimmt. Die lexikalischen Einträge zeigen auch die Sugaringsmuster N0, V1 und V2 usw.

(45)

Mann: Menge von N0

schlafen: (Mann) prop von V1

besitzen: (Mann) (Bleistift) prop von V2

jung: (Mann) prop von A1 Joachim: Mann von T0

Vetter: (Mann) Mann von T1.

Das Lexikon fordert, daß man die Menge "Mann" und die Funktion "schlafen" in einer angemessenen Weise definiert. Die typentheoretische Sprache wird nicht interpretiert wie die intensionale Logik in PTQ. Allerdings enthält das Lexikon die Operatoren Σ , Π , pair, λ , p, q and pq in (32), (33), (34) und (35).

Zudem werden noch zwei Operationen S und N definiert, die die propositionalen Ausdrücke der Typentheorien in der niedrigeren Ebene als die Argumente nehmen und sie in die Sätze und die Substantive zurückgeben. Zum Beispiel gibt es keinen Weg, der N ((Πx : A)B) ausführt. Wenn der Sugaringsprozeß zum Form weitergeht, muß man einen Weg finden, in dem S ((Πx : A)B) erscheint.

Es handelt sich um das System der Sugaringsregelungen, das ein kleines Fragment (für die Hilfsregelungen) erzeugt. Die Bezeichnung [E/F] weist auf der Substitution des Ausdrucks E durch den Ausdruck F hin. Der Skopus ist der vorgehende Ausdruck, der durch die Klammern abgegrenzt wird. Die Bezeichnung {E, F, G} weist darauf hin, daß E, F und G alternativ sind.

(46) Die Hilfsregelungen

(REFL) C (a, a) > C (a, REFL (A))für C: (A) (A)prop atomic.

(M) für jedes atomares C und Variable x,

```
C(d(p * x))>C(d(Mx))
    C (d (p * x), b) > C (d (Mx), b)
    C(a, d(p * x)) > C(a, d(Mx)), wenn a kein Mx enthält;
    p * x ist irgendein x, p (x), p (p (x)) und d (c) ist c, Vetter (c), Mutter (Vetter (c)).
Die Regelung (M) erzeugt z.B.,
schlafen (x) > schlafen (Mx);
lieben (Vetter (p (x)), p (x)) > lieben (Vetter (Mx), p (x));
verwenden (p (q (x)), p (x)) > verwenden (p (q (x)), Mx).
(SPECTRUM) C (a) > C (a {PRON (A), die-N (A)}) für C: (A)\alpha.
Die Operationen S und N.
(THERE) S (A) > es_ist_INDEF-N (A).
(Q)S((\Sigma x:A)B)>
    S (B [{INDEF-N (A), ein-N (A), ein gewisses N (A)} / Mx])
    S((\Pi x: A) B) >
    S (B [{jedes-N (A), ein-N (A), jedes-N(A)} / Mx])
    wenn es ein Mk in B gibt.
(C) S((\Sigma x: A) B) > (S(A)) und (S(B))
    S(\Pi x: A) B) > wenn_(S(A))_(S(A))_(S(B))
(R)N((\sum x: A) B) > (N(A)) - REL(x: A) - (S(B))
(N0) N(C) > C
(VI) S (C (a)) > a VF (C)
(V2) S (C (a, b)) > a_VF (C) ACC (b)
(AI) S(C(a)) > a_VF(sein)_C
```

(T0) c > c

(T1) c (a) > GEN (a, c)

Die Sugaringsregelungen nehmen die morphologischen Operatoren VF (verb form), ACC (accusative), GEN (genetive), INDEF (indifinite article), PRON (personal pronoun of type A), INDEF-A ("A" preceded by "a" or "an"), PRON (A) (personal pronoun of type A) und REL (x: A) (relative pronoun).

Die Pronomen und die Phrasen haben ähnliche Quasikategorisierungen.

(47)

PRON < (X) (x) x: (X: set) (X) X, the < (X) (x) X: (X: set) (X) X.

Hier handelt es sich darum, zu illustrieren, wie der abhängige Bereich der Anapher erzeugt wird. Die Proposition "verwenden" (p(z), p(q(z))), die im Kontext "z: (Σ x: Mann) (Σ y: Bleistift) besitzen (x, y)"> geformt wird, enthält freie Erscheinungen der Variable z, die ein Objekt im Kontext erwähnt. Kraft der Propositionen wie Typentheorie werden die Abhängigkeit der Anapher und die Präsuppositionen in solchem Sinn bewertet, daß man die Wahrheit einer gegebenen Propositionen

(48) B: prop (A: true) bedeutet B: prop (x: A).

präsupponieren kann, um eine weitere Proposition zu formen.

Um ein Text darzustellen, wird es schon erklärt, daß die volle Darstellung eines indikativen Satzes keine Proposition, sondern ein Urteil der Form a: A ist. Für einen gegebenen indikativen Satz kann der Beweis im allgemeinen als keine Konstante, sondern als eine Variable wieder hergestellt werden. Das Text wird als das Kontext der folgenden Form dargestellt.

(49) x1:A1,...,xn:An,

wo jede Proposition Ak abhängig vom vorausgehenden Kontext ist. Die intuitionistische Logik nimmt diesen Weg an, um die Dynamischheit eines Textes zu behandeln.

ここでは、HPSGが採用する記号のシステムと Montague文法を中心とした論理文法の小史が議論の対象となります。特に、テキストのダイナミズムの扱い方を問題にする際、状況意味論、パージング・シュガーリングそして直感主義論理などをベースにして、単語や句または文章を扱いながら、論理文法を実際のテキストとマージしていきます。まず、Pollard and Sag (1994) の第1章よりHPSGの記号システムを説明します。統語論、意味論および音韻論のマージを目指したCarl PollardとIvan A. Sagの心意気が読み取れることでしょう。

HPSGの記号のシステムについて説明します。例えば、ドイツ語の人称代名詞 er を HPSG の素性構造によって表記してみましょう。

HPSGが採用する素性構造は、分類型です。各接点は、分類記号(synsemやlocalなど)による ラベルを持っており、枝分かれの方向を示す属性ラベル(PHONやSYNSEM)も存在します。 さらに、 AVM (attribute-value matrix) が採用されているため、全体的にも部分的にも分類が把握し やすくなっています。例えば、LOCALだけを抽出して言語表現を考察することもできます。

SYNSEMは、SYNTAXとSEMANTICSとういう2つの属性からなる複合情報です。SYNSEMは、例えば、補文の主語やto不定詞句の支配語が共有する情報を含むることから、特定の複合表現を単一表現に局所化する必要がでてきます。それが、LOCAL(LOC)です。この情報には、CATEGORY (CAT)、CONTENT (CONT)、CONTEXT (CONX)という 3つ の属性が存在します。CATは、HEADとSUBCATという属性を含んでいます。

HEADの値には、substantive (subst)と functional (fimct)が存在します。前者には、名詞(noun)、動詞(verb)、形容詞(adjective)、前置詞(preposition)が、後者には、限定子(determiner) やマーカー(complimentizer) が含まれます。名詞は、格(CASE)の素性を、前置詞は、前置詞の書式 (PFORM) を、動詞は、ブール素性(AUXILIARY (AUX)、PREDICATIVE (PRD))、置換 (INVERTED (INV)) といった属性 VFORM を持ちます。SUBCATの値は、記号のバランスを示唆するもので、問題の記号が飽和状態を作る上で他にどのような記号と結合すればよいのかという指定になります。例えば、格の割り当てです。

CONTは、INDEXと呼ばれる属性を担う nominal object (nom-obj) という素性構造です。"er rasiert sich"「彼は髭を剃る」という文の場合、er と sich は構造上のインデックスを共有します。 "er" の CONTENT 値は personal pronoun (ppro)、"sich" の CONTENT 値は reflexive (refl) になります。この属性は、特に呼応(agreement) の問題で重要になります。さらに、意味上の制約を表すために、RESTICTION 属性を設けています。これは、バラメータ寒象(parametrized state of affairs (psoa)) を考慮するためのものです。

CONXは、BACKGROUND (BACKR)と呼ばれる context 属性を持っています。これも psoa に対応します。しかし、CONTENT値が文字通りの意味と関連するのに対して、BACKGROUND 値の方は、前提条件に対応するアンカー条件を表しています。例えば、上図の "er" は、男性を受けることが前提となっています。

nelist (nonempty list) と elist (empty list) は、一種の素性構造です。前者には、FIRSTとRESTと

いう二つの属性が指定される一方、後者にはいかなる属性ラベルも適応されません。また、e は、モデル化するための接点を導くものであり、便宜上、 ϵ が存在する場合、neset ラベルを、存在しない場合、eset ラベルを担うことになります。

HPSG の音韻論について簡単に説明します。HPSG の PHON の値は、音素の連鎖と見なされています。一般的に HPSG のような記号ベースの理論は、制限の強い音韻論を採用します。例えば、記号には音韻論と意味属性が内在しており、それらを分散するために統語属性が制限を課していくと考えています。

各接点の属性値は、娘の属性値にとって関数となっています。これは、 範疇文法に基づいた音韻論と同様に、一種の構成性原理を採用しています。

記号は、音韻の内容、分散するための統語的な特徴そして意味への貢献といった少なくとも3つの次元で変化しています。そして、より大きな記号を形成するために別の記号と結合していきます。また、文法組織は、形態素の貯蔵庫といえるレキシコンのために存在し、形態素の構造に対する制限は、レキシコンに関する一般化と見なすことができます。つまり、レキシコンに関する一般化が、形態素として生じる記号に応用されます。

論理文法には、自然言語と論理言語をつなぐための役割があります。また、 小説には必ず、 様相、時間、存在といった推論と共有可能な情報が存在します。本書の目的は、とある作家(こ こではThomas Mann) の文体がどのような推論なのかを考えていくことです。こうした言語の裏 側に存在する推論を捉えるこができれば、緩衝材(ここでは PTQ など)を介して、人間とコ ンピュータの間に立てるロジックの方向性を決めることができます(ここではFuzzy Logic)。

まずポイントになるのが、Richard Montague の PTQ (The Proper Treatment of Quantification in Ordinaiy English)。タイトルにもあるように、 PTQ は、量化の問題を取り上げ、自然言語と論理言語の翻訳技法について扱っています。 PTQは、生成文法との整合性も良く(詳細にっいては、GPSG を参照すること)、この手法をおおむね理解することができれば、英語の基本表現を基にした分析樹から内包論理への変換方法と、分析樹から簡単な英語の文へのシュガーリングという二重構造も理解できるでしょう。なお、シュガーリングは、パージングと逆のプロセスになります。

次に、直感主義論理を取り上げます。直感主義論理は、PTQのような二重構造ではなく、シュガーリングと意味解釈に対する表現の形式化が存在するだけです。直感主義もやはり量化の問題について古典的な二値論理では対応できないという立場を取ります。タイプ理論が重要な役割を果たしますが、PTQが考察した量化と照応だけではなく、条件文から文脈に依存するテキストのダイナミズムも視野に入れるため、PTQと類似した構造を持っMartin-Löfのタイプ理論を採用しました。

直感主義論理と同様に、ファジィ論理は多値論理の系列に属しています。 1960年代前半、 Zaclehは、厳密な数学と曖昧な現実との矛盾に橋渡しをすべく、真理値だけではなく概念に対しても曖昧な値を導入することに成功しました。こうして産声を上げたファジィ理論は、システム系の理論として成長しつつ、言語系の研究者にも注目されるようになっていきます。本書では、テキストの情報を処理するために最低限必要と思われる概念、 例えば、ファジイ集合、ファジイ

論理、曖昧な数字そしてファジイコントロールなどを「魔の山」に重ねて説明していきます。そして、推論の土台となる記憶や知識の問題と話を照合しつつ、「魔の山」におけるイロニー的な距離の問題を音の情報も含めて考察します。つまり、本書における結論は、Thomas Mannのイロニーを形式論で記述する場合、ファジイ推論を選択することが現状ではベストであるということになります。

Montague の PTQ に代表されるように、量化の問題 は、論理文法においてこれまで頻繁に扱われてきました。 例えば、パージングとシュガーリングー断片的なドイツ語の文法および直感主義論理によるドイツ語の文法などです。ここでは、HPSG が採用する状況意味論に基づいた量化に関する平易な意味分析を紹介します。

HPSG が採用しているAVM (attribute-value matrix) を使用して、量化の意味分析の例を紹介します。例文 "Ich erkläre einen Roman"(長編小説を説明する)には、素性構造と同様に統語情報として範疇や数または人称の一致などが存在し、そこに意味情報として文脈に依存する要素が重なっていきます。

まず注目したいことは、意味の原理とAVM が矛盾している点です。SのCONTENT値が、主要部の娘(VP)の値と一致しないためです。そこで、QSTORE値とCONTENT値を関連づける原理を改訂しなければなりません。BACKGROUND の素性値である psoa (parametrized state of affairs) の素性構造の表記を再度検討してみましょう。内部構造を持つ psoa と古い psoa および qpsoa を交換します。違いは、量化の情報が非量化のNUCLEUS から分離している点です。QUANTS の値は、数量詞のリストであり、NUCLEUSの値は、量化自由 の psoa (qfpsoa) と呼ばれるものです。"Ich erkläre einen Roman" の CONTENTは、次のように分析され、タグ [4] は、数量詞となる。

QUANT[4]

NUCLEUS RELATION erkläre / ERKLAERER [2] [1st, sing] / ERKLAERT [3] qfpsoa psoa

QSTOREとQUANTS 間の関係に制約を加える原理は、数量詞に対してスコープの割り当てを保証してくれます。タグ[4] は数量詞で、数量詞を他のアスペクトから切り離すと、残りの情報は、主要部の娘の NUCLEUS値と一致します。

主要部一付加語構造では、付加語の娘が親の CONTENT 値を決定し、それ以外の場合は、主要 部の娘が決定することになります。例えば、意味の主要部の CONTENT が psoa かどうかによって二分されると、親と意味の主要部間で NUCLEUS だけが特定される点が鍵になります。 RETRIEVED-QUANTIFIERS と呼ばれる新しい属性が導入されると、検索された数量詞が正確に 調べられるといった効果が出ます。これらは、数量詞継承の原理、解釈範囲の原理と呼ばれています。こうして、矛盾があった意味の原理は、修復されます。

Pollard and Sag (1994) は、次のような例文を引いて、数量詞に関する制約をさらに課していき

ます。(数量詞束縛条件)それは、CONTENT値に関する広範な適格条件であり、次のように定義されます。

- a.One or her i students approached [each teacher] i.
- b. The picture of himself i in his office delighted [each director] i.
- c.[Each man] i talks to a friend of his i.

定義: CONTENT値内に含まれた数量詞を前提として、数量詞の指標の CONTENT 値における都度の出現が、その数量詞によって捉えられなければならなりません。

ここで注意すべきことは、数量詞が CONTENT 値内で出現する場所だけを、QUANTSリスト上に示していることです。但し、QUANTSリスト上にある数量詞は、指標の出現が、1) 数量詞の制限内にある、2) 同じQUANTSリスト上にある問題の数量詞の右側に現れる他の数量詞内にある、3) 問題となっている psoa のNUCLEUS 内にあるという条件付きとなります。つまり、論理形式の統語論によって意味の一般化を捉えようとするのです。それは、モデル理論の CONTENT 値の解釈が、制約の必要性を削減してくれるからです。条件を満たさない数量詞を含む CONTENTは、HPSG において単に解釈の対象外となっています。

量化と同様に、修飾の問題も論理文法においてしばしば取り上げられます。ここでは、名詞を 修飾す

る形容詞がテーマとなります。また、それと関連してイディオムの内部を修飾する形容詞、例えば、"auf den leibhaftigen Hund kommen" の "leibhaftig" についても検討しますが、これは、フレー ゲの構成性原理がポイントとなります。

ここでは、修飾語のうち、特に名詞を修飾するまたはイディオムの一部を修飾する形容詞が議論の対象になります。まず、付加的な形容詞「青い」の語彙登録に関するローカルな値の処理を見てみましょう。指標の制限が形容詞からなる psoa と N '主要部の名詞からなる psoa を含んだ N'を形成するために、名詞の構成要素N'と結合することになります。しばしば議論になりますが、色彩用語は、その値自体が目盛りを固定する隠れたパラメータになることがあります。ここでは、「青さ」を決定する尺度がそれに当たります。つまり、「青い」という関係が、付加的な役割 (STANDARD) を持っていて、その値は、文脈上で決まる特徴であり、「青さ」を決定するための標準を提供してくれます。これにより次のような形容詞に対して制約を設けることが可能になります。

- a. Das ist ein schönes Fenster.
- b. Ein schöner Anzug ist teuer.

これらは、修飾する名詞と関連した特徴を変数とする関数として処理されるべきです。この立場に立つと、例えば、 "schön X"の内容は、Xの意味にかなり依存することになります。しかし、次のように、「美しい」の標準が、修飾される名詞(肋骨) によって決まらないことがあります。

Hans Castorp wurde im Berghof hier oben geröntigt. Dadurch sah er zuerst eine schöne Rippe.

重要な特徴(レントゲン写真)は、むしろ前述の文脈によって提供されると考えた方が自然です。標準 (STANDARD な属性値としての役割を果たすパラメータのアンカー) は、 修飾される名詞の特徴 (関係) によって決まる一方、文脈に依存する場合もあるということになります。

"angeblich" のような形容詞は、"angeblich X" が、"X" である必要がないという理由から制約と一致しないように見えます。この場合、名詞の制約は、"angeblich" な関係の変数として挿入されます。 そして、"angeblicher Täter" のような N' の内容は、nom-obj になります。この種の名詞により言及される個人は、文脈上決まるある個人が、実際に犯罪者でなくても、犯罪者であると主張したという 条件によってのみ成立するからです。

修飾語の分析例として、GPSGの枠組みで構成性(フレーゲ原理)を維持するために、イディオムの一部に修飾語を付加することができるかどうか自身で試みたことがあります。但し、本書

では、論理文法の歴史に従って、構成性を強く意識することはありません。条件文やテキストを扱うために、中間処理を意識する方向で理論が展開していくためです。GPSGは、統語論に文脈自由の句構造文法を、そして意味論にMontague 文法を採用した世界的に有名な言語理論です。ここでの問題点は、例文にあるように、形容詞 leibhaftig の形態統語的な修飾は、確かに 名詞 Hundに掛かっていますが、意味的な修飾は、この名詞ではなく動詞となるというものです。

- a. auf den Hund kommen.
- b. auf den leibhaftigen Hunf kommen.

それ故、本書では、leibhaftigをファジィ論理でいう一種のヘッジとして扱い、さらに、イディオム自体もヘッジと見なすことができるという立場でこの問題を処理しています。(イディオムの原理)その理由は、慣用句がイゾトピー(同位元素性)のようなテキスト内の様相パラメータを特別な方法で識別することができると考えているためです。

HPSG をツールとした他のイディオム分析に Erbach and Krenn (1993) があります。コロケーションを前提にイディオムが議論されていますが、特に、量化の内容の中で記述した数量詞継承原理(Quantifier Inheritance Principle (QIP)) がイディオム分析の鍵となっています。

まず、全体の表現の特性と見なされるイディオムは、分析不能として分類され、一方、部分的な修飾や指示的な使用が可能なためイディオムの一部に意味が割り当てられるべきものは、隠喩的として分類されています。

- c. auf den Löffel abgeben.(さじを投ける、つまり、あきらめる) (分析不能)
- d. in den sauce Apfel beißen. (嫌な仕事をする) (隠喩的)
- c は、直接意味が割り当てられています。d は、「嫌な仕事」とden sauce Apfel (アップルソース) 間および「行う」と beißen (嚙む) の間に一種の連結を作ることで理解されます。

次に、受動化や修飾といったイディオムの統語特性が取り上げられてます。通常、VPを形成するイディオムは、受動化が可能ですが、それによってイディオムの意味合いが薄れることがあります。

- e. Hans gibt den Löffel ab.
- f. Der Löffel wurde von Hans abgegeben. (イデイオム性は薄れる)

修飾が可能な場合(例えば、sprichwörterlich (諺の))も、イディオム性 が薄れるようです。

g. Er gab den sprichwörterliclien Löffel ab. (イディオム性は薄れる)

逆に、隠喩的なイディオムの構成要素が修飾されても、イディオムの意味合いは薄れません。

- h. Hans macht große Augen. (じろじろ見る)
- i. Hans macht ganz große Augen.

つまり、Erbach and Krenn (1993) は、統語特性の計算はできても、構成要素の意味を結合する通常の関数では意味特性の計算はできないと述べています。

そこで、QIP を修正していきます。分析不能なイディオム(例えば、die Leviten lesen (きつく叱る))に含まれている固定要素の die Leviten は、ユダヤ教の聖典(旧約聖書レビ記)と一種の意味関係を持っていると連 想するでしょう。しかし、これは、イディオムを理解する上で言語外的なことです。QIP は、意味の役割を担っていない場合でも、量化表現がリストに記述されなければならないことを義務づけています。それ故、こうしたイディオムを語彙登録する場合、固定要素 die Leviten の意味を無視できるように、意味の役割は担っていないということを数量詞のリストに追記していきます。

QIP

句の接点の QUANTIFIER-STORE (QSTORE) 値は、その接点で検索される数量詞以外で意味の 役割を担う娘の QSOTRE 値を結合したものになる。

隠喩的なイディオム(ins Fettnäpfchen treten (うっかりしたことを言って嫌われる))についても、修正が必要です。但し、この場合は、主要部の語彙素が Fettnäpfchen であるということを指定すればよいです。つまり、数、限定、量化に関して制限がないため、量化や修飾が掛かる固定要素に対して独立した意味を割り当てることになります。例えば、 Fettnäpfchen の場合は、treten 以外の動詞とも結びつくためです。 (Erbach and Krenn (1993))。そのため、固定要素に量化とか修飾が可能なイディオムは、個々の構成要素(Fettnäpfchenとtreten)に転用される意味を割り当てて、それらの意味を構成的に結びつけるように処理していきます。

j. Sie muß in jeaes diplomatische rettnapfcnen treten.
(彼女は、外交面でくだらないことを言って嫌われるに違いない。)

k. In welcnes Fettnäpfchen wird sie diesmal treten? (今回、彼女はどんなくだらないことを言うのだろう。)

I. Sie läßt kein Fettnäpfchen aus.
(彼女は、油の入った鉢を取り除かない。)

テキストの情報を処理する場合、当然のことながら文脈を意識することが重要になります。テキストの情報は、話し手、聞き手、発話の状況および背景といった要素が一つになって動いていきます。そこにはもちろん、言葉以外の様々な要素が関連してきます。従って、ここではあくまで試案として、言語外の要素のうち作者の推論を取り上げ、Thomas Mann のイロニーを考察していきます。どのような作品にも作者の推論が残っており、また、ここまで見てきた HPSG も論理学の推論と整合性が良い理論といえるからです。

HPSG による文脈の処理について説明します。HPSG は、文脈を処理するためにCONTEXTという属性を使用します。 この属性値は、C-INDICESとBACKGROUNDという2つの属性を取ります。 C-INDICESの値は、発話状況に関し言語上重要な情報を与える属性のた めに指定されます。

例えば、それは、話し手、聞き手、発話の場所などです。BACKGROUND属性は、発話に関する適性条件と見なされる psoa の集合を値として取ります。この分析により、文章は、構成要素の背景にあるすべての条件を獲得でき、それを保証するために文脈一貫性の原理(句の CONTEXT | BACKGROUND 値は、娘の CONTEXT | BACKGROUND 値の結合である)が立てられている。この原理は、発話のあらゆる部分と関連する文脈上の仮定が、発話と関連する背景の条件の一部として 継承されることを要求しています。しかし、この理論は強すぎるという欠点があります。なぜなら、発話の特定部分と関連する前提の継承を体系的に阻止する表現には適応できないからです。

HPSGは、この問題を文脈情報に対する一般的な枠組みで処理しています。前提の削除は、前節で議論したQSTOREの値から数量詞を解除することに似ていると述べています。実際に、NONLOCALの素性値の解除もこれに該当する例といえます。HPSGによる分析では、SLASHの束縛やRELの依存関係などもこれに相応します。

無限の依存関係(Unbounded Dependency Construction (UDC)) は、言語表現の痕跡を扱っており、強いものと弱いものに分類されています。例えば、Filler-Gap 構造として有名な主題化は、痕跡を埋める構成要素が以下のようにはっきりとした強い UDC であす。痕跡とは、特殊な語彙項目のことであり、各接点に空の値を持った特殊な記号として現れます。この特殊な記号が痕跡です。

a. Clawdia1, we know Engelhart dislikes 1.

この例文の痕跡については、3つのポイントがあります。底部、中間部、上部。この例文の場合、最下位のVPが底部になります。しかし、底部における問題は、依存関係がどこにあるのかということです。中間部は、娘から親へと継続関係が上昇していき、最上位のSでは、依存関係が解除されます。ここで注意しなければならないことは、文法によって束縛が要求される場合と単に束縛が継続される場合(表層の痕跡は残るから)があることです。これは、SLASH値の集合の中で

そこからさらに上昇しない要素が存在するためです。そのため、 HPSGは、次のような原理を採用しています。

Nonlocal 素性原理

それぞれの Nonlocal 素性について、親の INHERITED 値は、主要部の娘 のTO-BIND 値を除いた娘のINHERITED 値の集合になります。

一方、弱い UDS の場合、痕跡を埋めるための構成要素 filler がはっき りとは現れません。また、痕跡とそれを埋めるための構成要素 filler が、同じ格にならないこともあります。

b. Hans1 (nom) is easy to please_1(acc).

痕跡に対応する SLASH 値は、不定詞句 VP を越えて継承されることはありません。これは、この VP の親となる AP 主要部の娘 easy が、VP 不定詞句における SLASH 値の束縛を指定するためです。また、HPSGは、格の違いを統語特性ではなく、指示指標を特定する問題として処理しています。

無限の依存関係を含む言語表現として、関係詞句も議論されています。

c. to whom Hans gave a book _.

関係詞句には、2つの依存関係が同時に存在します。一つは、REL属性によりコード化される依存関係であり、また一つは、SLASH属性により コード化される filler-gap の依存関係です。しかし、wh 関係詞句の説明として、これだけでは不十分です。無限の依存関係(UDC)の上部には、さらに前章で議論したような属性 MOD に対する空でない値があります。つまり、c については、もう一回り大きな構造として見る必要があります。

一般的に、関係詞句の構造は、親のN'のINHER/REL値が閉じているために空となるので、ダッシュの数は増えない。また、属性 MOD のために空でない値を記す最も簡単な方法は、関係詞句の主要部として役割を果たす音声的に空の補文化子 (complimentizer(comp)) を設定することです。HPSGは、compと区別するためにそうした要素を関係文化子 (relativizer (rltvzr)) と読んでいます。

このような主要部一付加語の構造で、関係詞句の MOD 値は、主要部の娘の SYNSEM 値と構造を共有していなければなりません。N'主要部の指標は、関係文化子 rltvzr の TO-BIND/REL 値と関係文化子 rltvzr の S 補文の INHER/REL 値と同一になります。こうした現象は、Nonlocal 素性原理を十分に反映しています。

HPSGは、前提の問題に関連して文脈変換という概念を扱っています。 これは、Groenendijk and Stokhof (1979) と Ballmer (1979) によって定義され ました。Groenendijk and Stokhof (1979) は、文脈を個人間の主張と見なし、 ある表現が文脈中のパラメータにより実現する概念を指して「文脈変換」と呼んでいます。一方、Ballmer (1979) は、Ranta同様、「文脈変換」の論理を直

感主義論理へ拡張しています。

論理文法は、モデル理論的意味論の枠組みで指示語を扱ってきました (Montague Dexis)。しかし、HPSGは、指示語がもつ微妙な文脈依存の関係をモデル理論で議論すること自体に無理があるとして、上述した句の中のすべての娘の C-INDICES 値が親と同一視できるという立場を主張します。しかし、これもまだ指示的な発話が持つ複雑な特徴を処理する上で十分適しているとはいえないとし、発話の各部分(語彙素)がそれ自体の C-INDICES 値を持ち、こうした値間に存在する共通性が単に発話の性質によるものだと説明しています。簡単にいえば、C-INDICES 値に含まれる重要な情報は、発話内で特定されると考えられています。

Wie Montague in seinem Aufsatz (Tne Proper Treatment of Quantincation in Ordinary English) bstimmte, waren die Quantoren ein wichtiges Thema in der Logico-Linguistik. HPSG behandelt sie durch das folgende semantische Prinzip.

Semantiscnes Prinzip

In einer köpfigen Phrase ist der CONTENT Wert merkmalidentisch mit dem Wert der Adjunkttmochter, wenn der DTRS (DAUGHTERS) Wert "head-adj-struc" (head-adjuct-structure) ist, und sonst mit dem Wert der köpfigen Tochter.

Das Prinzip kann den CONTENT Wert für eine große Klasse von Strukturen bestimmen. Allerdings mag der Inhalt der Quantifikation durch das folgende Quantorenübernahmenprinzip ergänzend bestimmt werden.

Quantorenübernahmenprinzip

Der QUANTIFIER-STORE (QSTORE) Wert eines Phrasenknotens ist die Vereinigung der QSTORE Werte der Töchter ausschließlich jeder Quantoren, die auf jenem Knoten nachgeschlagen werden.

Die Prinzipien werden beschrieben, um die Beziehungen miteinander zu verstehen.

Alle Quantoren werden durch große Phrasen übernommen und sie werden auf einer angemessenen höheren Ebene der Struktur nachgeschlagen, deren CONTENT Wert ein quantifiziertes psoa sein wird. Wenn quantifizierte psoas zuerst analysiert werden, wird der CONTENT Wert des Satzes "Ich erkläre einen

Roman" illustriert.

Aber diese Annahme widerspricht der Formulierung des semantischen Prinzips, weil der CONTENT Wert von S nicht mehr identisch mit dem Wert seiner kopfigen Tochter ist. Deutlich muß eine Revision hier für die Prinzipien gemacht werden, die den QSTORE und den CONTENT Wert miteinander verbinden.

Zuerst wird die Merkmalstruktur von (quantifizierten) psoas wieder strukturiert. Besonders wird es vorgeschlagen, psoa (parametrized state of affairs) und apsoa durch ein quantifiziertes psoa zu ersetzen.

Das Hauptunterschied besteht darin, daß quantifizierte Information (QUANTIFIERS (QUANTS)) sich von keinem quantifizierten Kern (NUCLEUS) trennt. Der NUCLEUS Wert hat eine neue Sorte (quantifier-free-psoa (qfpsoa)) und der CONTENT (Ich erkläre einen Roman) wird analysiert, wenn das Etikett den Quantor bezeichnet.

Es ist zu bemerken, daß der RESTRICTION Wert eines Quantorenindexes eine Menge von quantifizierten psoas ist, deren beide sich quantifiziert werden mögen. Der Einfachheit halber wird es abgekürzt wie folgt.

 $\exists x3|\{Roman(x3)\}$

Grundsätzlich zwingen die HPSGsche Prinzipien die Beziehung zwischen QSTORE und QUANTS, indem man so garantiert, daß die Quantoren einen Skopus zugewiesen werden, wenn sie vom Speicher abgenommen werden.

Wenn die Quantoren sich von anderen Aspekten des Inhalts trennen, wird der NUCLEUS Wert der köpfigen Phrasen mit den NUCLEUS Werten ihrer zugehörigen Töchter identifiziert. Nur die unköpfigen Töchter sind die Komplemente. In einer Struktur eines köpfigen Adjunkten ist es die Adjunkt-Tochter. Deshalb sieht das allgemeine Prinzip, das den CONTENT Wert der köpfigen Strukturen regiert, den Begriff des semantischen Kopfes nach. Der Kopf wird definiert wie folgt.

- a. Der semantische Kopf einer köpfigen Phrase
- a' die Adjunkt-Tochter in einer köpfigen Adjunkt-Struktur,
- a" sonst die köpfige Tochter.
- b. Inhaltsprinzip

In einer köpfigen Struktur,

(Beispiel 1) wenn der CONTENT Wert des semantischen Kopfes "psoa" hat, ist der NUCLEUS Wert merkmalidentisch mit dem NUCLEUS Wert der Mutter;

(Beispiel 2) sonst, der CONTENT Wert des semantischen Kopfes ist merkmalidentisch mit dem CONTENT Wert der Mutter.

Es ist zu bemerken, daß Inhaltsprinzip in zwei Fällen getrennt wird, je nachdem der CONTENT Wert des semantischen Kopfes ein psoa ist (eine Konstituente wird durch ein Verb oder durch ein prädikatives Adjektiv, Präposition oder Substantiv mit einem Kopf versehen) oder nicht (eine Konstituente wird durch ein unprädikatives Substantiv oder Präposition mit einem Kopf versehen). Der Standpunkt besteht darin, daß der NUCLEUS Wert nur in jenem Fall zwischen der Mutter und dem semantischen Kopf identifiziert wird. Das berücksichtigt das Nachschlagen des Quantors.

Dann wird ein neues Attribut von Zeichen vorgestellt, die RETRIEVED- QUANTIFIERS (RETRIEVED) genannt werden. Der Wert wird eine Liste der Quantoren sein. Hier gibt es zwei universale Beschränkungen, deren Effekt verlangt, daß alle Quantoren im Bereich richtig liegen wie folgt.

b'. Quantorenübernahmenprinzip

In einer köpfigen Phrase ist der RETRIEVED Wert eine Liste, deren Menge der Elemente eine Untermenge für die Vereinigung der QSTORE Werte der Töchter bildet und der Wert ist nicht leer, nur wenn der CONTENT Wert des semantischen Kopfes ein psoa hat und der QSTORE Wert das relative Komplement des RETRIEVED Wertes ist.

Das andere Prinzip wird erklärt wie folgt.

b". Skopusprinzip

In einer köpfigen Phrase, deren semantische Kopf ein psoa hat, ist der QUANTS Wert das Zusammenhang des RETRIEVED Wertes mit dem QUANTS Wert des semantischen Kopfes.

Das verbundene Effekt der drei Prinzipien b-b" kann dargestellt werden wie folgt.

- c. Semantisches PrinzipIn einer köpfigen Phrase:
- der RETRIEVED Wert ist eine Liste, deren Menge der Elemente eine Untermenge für die Vereinigung der QSTORE Werte der Töchter bildet und der QSTORE Wert ist das relative Komplement jener Menge, und
- 2. (Beispiel 1) wenn der semantische Kopf ein psoa hat, dann ist der NUCLEUS Wert identisch mit dem Wert des semantischen Kopfes, und der QUANTS Wert ist das Zusammenhang des RETRIEVED Wertes mit dem Wert des semantischen Kopfes;

(Beispiel 2) sonst ist der RETRIEVED Wert leer und der CONTENT Wert ist merkmalidentisch mit dem Wert des semantischen Kopfes.

Das reformierte semantische Prinzip bereitet eine richtige Erklärung der Beziehung vor, die es zwischen QSTORE und CONTENT gibt. Zusätzlich erlaubt es einem Satz wie d, verschiedene CONTENT Werte in e und f zu haben.

- d. Jeder Forscher erklärt einen Roman.
- e. $(\forall x1 | \{Forscher(x1\}) (\exists x2 | \{Roman(x2)\}) \text{ erklären}(x1, x2)\}$
- f. $(\exists x2|\{Roman(x2)\})(\forall x1|Forscher(x1)\})$ erklären (x1, x2)

Das Eflfekt des semantischen Prinzips wird illustriert, wo die Etiketten die Quantoren erwähnen. Der Einfachheit halber werden die leeren Werte für QSTORE und RETRIEVED nicht gezeigt.

Alle Quantoren brauchen auf dem gleichen Knoten nicht nachgeschlagen zu werden oder sich auf allen Knoten einer Kategorie nicht zu leeren. Die Quantoren können im Speicher bleioen, um auf einer höheren Ebene der Struktur nachgeschlagen zu werden. Eine Möglichkeit, die durch die Analyse erlaubt wird, wird es illustriert, wenn der CONTENT Wert in g gezeigt wird.

g. $(\exists x2|\{Roman(x2)\})$ denken $(x8, (\forall x1|\{Forscher(x1\}) erldären(x1, x2))$

Die Analyse des obengenannten Quantors erlaubt einem Quantor in einem VP-Komplement, einen engen Skopus in h zu nehmen, wenn das Etikett den Quantor ($\forall x2|\{Patient(x2)\}\}$) erwähnt.

h. Behrens versucht, jeden Patienten zu befriedigen.

Es ist zu bemerken, daß das Element des Hilfsverbs "zu" keine leere QUANTS und NUCLEUS Werte hat, weil der lexikalische Eintrag bleibt.

Wenn der CONTENT Wert von "zu" mit dem Wert des VP Komplementes identifiziert wird, werden der QUANTS und der NUCLEUS Wert jeweils identifiziert. Deshalb garantiert das semantische Prinzip, daß der QUANTS Wert der Phrase "jeden Patienten zu befriedigen" daraus resultiert,keinem leeren QUANTS des semantischen Kopfes "zu" die leere Liste (des nachgeschlagenen Quantors) beizufügen.

Hier handelt es sich um den lokalisierten Wert des lexikalischen Eintrags für ein attributives Adjektiv (z.B. blau), um die neue OUANTS/NUCLEUS Kodierung von psoas zu reflektieren. Die Interpretation des Adjektivs wie "blau" wird gezeigt.

a. x1|{Auge (x1), blau (x1)}

Es erlegt dem Anker eines Parameters mehrere Beschränkungen auf. Wie es manchmal gesagt wird, zeigen die farbigen Beziehungen einen verdeckten Parameter, dessen Wert eine Skale der Farbe fixiert, sowie die Extensionen von "measure adjectives" abhängig von der Bestimmungen eines Maßstabs, eines Vergleichs und einer Norm für die Klasse der gemessenen Eigenschaft sind.

Um die mehrere Beschränkungen auf andere Adjektive wie "schön" zu erweitern, muß eine Funktion angenommen werden, die als Argument die Eigenschaft nimmt, die das Adjektiv modifiziert. Im Augenblick erscheint der Inhalt von "schön X", abhängig von der Bedeutung "X" zu sein.

- b. Das ist ein schönes Fenster,
- c. Ein schöner Anzug ist teuer.

Der Inhalt von "schön X" ist doch nicht immer abhängig von der Bedeutung "X". Der Anker des Parameters, der als der Wert des STANDART Attributes fungiert, muß manchmal durch kein modifiziertes Substantiv, sondern den vorzeitigen Kontext bestimmt werden.

d. Hans Castorp wurde im Berghof hier oben geröntgt. Dadurch sah er zuerst eine schöne Rippe.

Der STANDART Wert der Schönheit wird durch kein modifiziertes Substantiv (Rippe), sondern die wichtige Eigenschaft (Röntgenaufnahme) bestimmt.

Das Adjektiv wie angeblich ist unvereinbar mit den mehreren Beschränkungsanalysen, da "angeblich X" braucht, nicht zu sein. Der lexikalische Eintrag für ein Adjektiv wie "angeblich" mag die substantivische Beschränkungsmenge als ein Argument der angeblichen Beziehung einbetten.

Darum wird der Inhalt von N' wie angeblicher Täter als nom-obj gezeigt.

e. x1|angeblich ({Täter (x1)})

Die Bestimmung dieses Types ist abhängig davon, daß ein bestimmtes Individuum in einem Kontext behauptet, ein Täter zu sein, trotzdem er tatsächlich kein Täter ist.

Um die Modifizierung noch ausführlicher zu betrachten, handelt es sich hier um ein modifiziertes Idiom. Wie Gazdar et al .(1985) erklärte, betrachtete auch Hanamura (2005), ob ein Teil eines Idioms durch ein Adjektiv modifiziert werden könnte, um die Kompositionalität zu stützen. Die semantische Theorie von GPSG nahm die Semantik für natürliche Sprachen an, die von Montague (1973) beschrieben wurde. Nach seinem Prinzip wird jeder Baum der Phrasenstrukturen durch die Interpretation in der Form einer Transformation in die intensionale Logik begleitet.

Eine wichtige Eigenschaft der Montague Grammatik besteht in der Begriff der Kompositionalität oder des sogenannten Fregeschen Prinzips.

f. Fregesches Prinzip

Wenn die Bedeutungen der Bestandteile B und C erhalten werden, wird die Bedeutung von A als eine Funktion dieser Bedeutungen gehalten (SEM (α)= F (SEM (β), SEM (Y))).

Das Prinzip ist gut vereinbar mit einer Syntax, die auf einer kontextfreien Grammatik angenommen wird. In einer hierarchischen Struktur besteht ein Subbaum eines Baumes einer Phrasenstruktur aus einer Mutter und vielen Töchtern.

B und C mögen selbst die Wurzeln anderer Subbäume in einem komplizierten Baum einer Phrasenstruktur sein. Wenn die Grammatik kontextfrei ist, entspricht der lokale Baum der folgenden Regelung.

g. A BC

Das führt zum sogenannten "rule to rule" Prinzip.

Im Gegensatz zur obengenannten Verwendungsweise der Adjektive in a, b, c und e modifiziert das attributive Adjektiv in h und i zwar morphosyntaktisch das Substantiv "Hund", aber semantisch nicht so. (Hanamura (2005))

- h. auf den Hund kommen.
- i. auf den leibhaftigen Hund kommen.

In i wird die Bedeutung des Idioms teilweise modifiziert. i bedeutet ungefähr, wirlclich und wahrhaftig wirtschaftlich zugrundezugehen. Hier wird ein AVM (attribute-value matrix) Diagram illustriert, weil "leibhaftig" eine Rolle einer Hecke in der Fuzzy Logik spielt. (Lakoff (1973))

Schließlich handelt es sich weiter darum, ob ein Idiom selbst als eine Art von linguistischen Hecken angesehen werden könnte, weil Fleischer (1982) beschreibt, daß die Phraseologismen in

besonderer Weise den Modalitätsparameter eines Textes wie seine Isotopie bestimmen können.

j. Idiomatisches Prinzip

Wenn ein Idiom in einem Text verwendet wird, soll es als eine linguistische Hecke angesehen werden.

In Hanamura (2005) wird eine Idiomatizität als eine irreguläres Verhältnis zwischen der Bedeutung der Wortkomponenten und der Bedeutung des ganzen Satzes angesehen.

Zuerst handelt es sich um das CONTEX Attribut. Der 'Wert des Attributes nimmt zwei Attribute C-INDICES und BACKGROUND. Die C-INDICES Werte werden für viele Attribute spezinziert, die die linguistische wichtige Information über die Zustände einer Äußerung wie z.B. SPEAKER, ADDRESSEE und UTTERANCE-LOCATION (U-LOC) geben. Das BACKGROUND Attribut nimmt eine Menge von psoas für die angemessenen Bedingungen, die mit einer Äußerung eines gegebenen Types einer Phrase verbunden werden. Die Objekte eines Kontextes werden illustriert. (Hanamura (2005))

Zum Beispiel weiß man, daß ein gegebener Satz alle Hintergrundbedingungen der Bestandteile erwirbt. Die einfachste Weise für die Analyse würde das folgende Prinzip begründen.

a. Kontextuelles Konsequenzprinzip

Der CONTEXT/BACKGROUND Wert einer gegebenen Phrase ist die Vereinigung der CONTEXT/BACKGROUND Werte der Töchter.

Das Prinzip in a verlangt, daß alle kontextuellen Annahmen als ein Teil der Menge von Hintergrundbedingungen übernommen werden.

Das Prinzip ist doch eine ganz starke Theorie über die Präsuppositionsübernahme. Das heißt, es erscheint inkorrekt zu sein, weil es keine Ausdrücke erlauben kann, die die Übernahme der Präsuppositionen systematisch versperren, die mit einer partiellen Äußerung verbunden werden. Der Unterschied zwischen b und c besteht darin, daß nur jener als eine Präsupposition die Proposition hat, die durch d ausgedrückt wird.

- b. Hans Castorp bedauert, daß Joachim Ziemßen krank ist.
- c. Wenn Joachim Ziemßen krank ist, dann Hans Castorp bedauert, daß Joachim Ziemßen krank ist.
- d. Joachim Ziemßen ist krank.

Um das Problem zu lösen, handelt es sich hier um das allgemeine System für kontextuelle Information. Die Streichung der Präsuppositionen trägt eine Ähnlichkeit mit der Entlassung der Quantoren aus QSTORE Werten. In der Tat ist es ähnlich der Entlassung von NONLOCAL Werten, die in der Analyse der Bedingung von SLASH und REL Dependenzen betrachtet werden, wenn das Prinzip für kontextuelle Konsequenz geschieht, die die spezifischen Elemente wie z.B. "plugs in Hanamura (2005) erlaubt, um einen Mitglieder aus der übernommenen Menge angemessener Bedingungen zu entlassen. Das ist doch keine absolute Sache.

Ferner beschreibt Pollard and Sag (1994) deiktische Spracherscheinungen. Jedes Wort einer Äußerung führt die kontextuellen Parameter ein, die wichtig für die Interpretation der deiktischen Ausdrücke sind. In der traditionellen Denkweise wird kontextuelle Information in die modelltheoretische Semantik der natürlichen Sprache gebracht. Allerdings ist sie der feinen Natur der deiktischen Kontextdependenz nicht gerecht. HPSG identifiziert den C-INDECES Wert aller Töchter in einer gegebenen Phrase mit dem Wert der Mutter.

Pollard and Sag (1994) nimmt an, daß jeder Teil einer Äußerung den eigenen C- INDECES Wert hat and daß das gemeinsame Charakter zwischen solchen Werten auf die Natur von Äußerungen zurückgeführt wird. Das heißt, alle wichtigen Informationen über C-INDECES Werte werden innerhalb einer Äußerung identifiziert. Die ganzen Werte von C-INDECES werden zwar identifiziert, aber es ist unabhängig von der Bedingungen im linguistischen System. Solche Bedingungen werden aufgrund typischer Eigenschaften von "discourse situation" - Tendenzen außerhalb Sprachen - unterstützt.

本著は、2005年に「計算文学入門一Thomas Mannのイロニーはファジィ推論と言えるのか?」 と題して出版されています。その後、文理シナジー学会で本著の内容を基に研究発表を重ねま した。また、2009年より中国へ渡り、各地で日本語専門家として日本語の教授法の仕事に従事し ながら、中国日本語教学研究会という学会や所属の研究会で、教授法のみならず、日本語、中 国語、文学テキストに関して対照言語のみならず比較言語による発表をする機会が何度となくあ りました。

その際、比較では中国語、日本語、英語、ドイツ語による言語や文学の比較、共生については、人文と情報、文化と栄養、心理とメディカル、法律と技術といった組合せを調節しながら、技術文や特許明細書の翻訳や小説のデーターベースから平易な統計による分析を説明してきました

本著は、2005年版を改定したものです。今回は、作者の執筆脳に焦点を当てて、トーマス・マンが「魔の山」を執筆している時の脳の活動として、ファジィとニューラルが想定できるとしています。さらに、「魔の山」のデータベースも作成していて、容量が大きいため、前半のみで推定による分析を試みています。

今後、ドイツ語圏では、トーマス・マンを受容している作家を題材にするつもりですが、ヨーロッパの他の言語圏の作家についても登場してもらうことがあると思います。 ご期待ください。

> 2017年11月4日 花村嘉英

著者紹介

花村嘉英(はなむら よしひさ)

1961年生まれ、立教大学大学院博士課程(ドイツ語学専攻)在学中に渡独。

1989年からドイツ・チュービンゲン大学に留学し、同大大学院博士課程で言語学(意味論)を専攻。帰国後、技術文(ドイツ語、英語)の機械翻訳に従事する。

2009年より中国の大学で日本語を教える傍ら、比較言語学(ドイツ語、英語、中国語、日本語)、文体論、シナジー論、翻訳学の研究を進める。テーマは、データベースを作成するテキスト共生に基づいたマクロの文学分析である。

著書に「計算文学入門-Thomas Mannのイロニーはファジィ推論といえるのか?」(新風舎)、「从认知语**言学的角度浅析**鲁迅作品-魯迅をシナジーで読む」(華東理工大学出版社)、「日本語教育のためのプログラム-中国人話者向けの教授法から森鴎外のデータベースまで」(南京東南大学出版社)、訳書にゲーテ「イタリア紀行」(共訳、バベル出版)がある。

論文には「論理文法の基礎-主要部駆動句構造文法のドイツ語への適用」、「人文科学から見た技術文の翻訳技法-英日、独日、中日」、「サピアの『言語』と魯迅の『阿Q正伝』-魯迅とカオス」などがある。

データベースについては、森鴎外、井上靖、川端康成、魯迅、トーマス・マン、ナディン・ゴーディマが中心である。

計算文学入門

http://p.booklog.jp/book/118173

著者:花村嘉英

著者プロフィール: http://p.booklog.jp/users/hanamuray/profile

感想はこちらのコメントへ http://p.booklog.jp/book/118173

電子書籍プラットフォーム : パブー(<u>http://p.booklog.jp/</u>)

運営会社:株式会社トゥ・ディファクト