

WISBER

Wissens basierter Beratungskatalog

Ein Projektbericht 1

Helmut Horaček
Universität Bielefeld

Allgemeines

Im Forschungsgebiet Künstliche Intelligenz sind nur relativ wenige vollständig natürlichsprachliche Dialogsysteme erstellt worden, die den gesamten Bereich der Verarbeitung von textueller Eingabe bis zu textueller Ausgabe umfassen. Viele davon sind beschränkt auf die Bearbeitung einfacher Frage-Antwort-Paare, einige sind auch in der Lage, Auskunftsdialoge zu führen und verfügen dazu über gewisse Diskursfähigkeiten.

Mit dem komplexen Phänomen der Beratung im Zusammenhang mit natürlicher Sprache haben sich hingegen nur ganz wenige Projekte auseinandergesetzt. Im Gegensatz zu Auskunftssituationen existiert hier kein einigermaßen etabliertes Modell der Diskursdomäne, auf das sich beide Dialogpartner gleichermaßen beziehen können (wie etwa Fahrpläne für Zugauskünfte). Deshalb können auch Fragen über die Struktur der Domäne Thema der Beratung sein. Vom Berater wird weiter angenommen, daß er über ausreichendes Sach- und Methodenwissen im Problembereich verfügt, was jedoch kaum für den Ratsuchenden gelten kann. Dieser akzeptiert die Kompetenz des Beraters, von dem er sich das Einstellen auf das aktuelle Problem und eine möglichst adäquate Lösung dafür erwartet. Auch Gruppen von Objekten, hypothetische Entitäten und verschiedene Glaubens-, Wissens- und Wollenzustände spielen eine zentrale Rolle in Beratungssituationen. Dies erfordert von einem System die Beherrschung eines erweiterten Repertoires an Sprechakten und stellt erhöhte Anforderungen an die Realisierung von kooperativem Verhalten. Zudem ist die Kommunikation in Beratungssituationen durch häufigen Initiativenwechsel gekennzeichnet.

Die Erstellung eines Systems, das die Rolle des Beraters kompetent ausfüllen kann, ist somit ein ehrgeiziges und wichtiges wissenschaftliches Ziel, das eine Reihe von unterschiedlichen Verarbeitungsmethoden und deren erfolgreiche Integration erfordert. Da eine umfassende Bearbeitung dieser Aufgabe in einem Projekt unrealistisch ist, erfolgte in WISBER eine Konzentration auf die natürlich

sprachliche Verarbeitung und auf die kommunikativen Aspekte der Beratung. Als exemplarischer Anwendungsbereich wurde Geldanlageberatung gewählt.

Dieser Beitrag dokumentiert die an der Universität Hamburg erzielten Ergebnisse. Der Aufgabenbereich umfaßte dabei einen Großteil der Wissensrepräsentation und die Verarbeitung von einer internen Repräsentation einer Benutzeräußerung bis zur Repräsentation einer Systemäußerung in der Sprache ARPS, die die Schnittstelle zur von Nixdorf beigesteuerten taktischen Generierungskomponente NUGGET [Jabonske et al. 1988a], [Jablonski et al. 1988b] darstellt. Methoden zum Parsing [Block/Hunze 1986] und zur Auflösung von Referenzen [Frederking/Gehrke 1987], [Hunze/Block 1987] wurden von Siemens erarbeitet. SCS besorgte die Aufarbeitung des domänenspezifischen Wissens [Hipt/Busche 1987], [Meßing et al. 1987] und entwickelte Prozesse zur Auswahl von Anlageformen [Busche/Schachter-Radig 1988].

Im Frühstadium des Projekts ist der Hamburger Teil von WISBER bereits einmal im LDV-Forum vorgestellt worden [Wisber 1986] (WISBER ist in der Zwischenzeit abgeschlossen). Es konnten zahlreiche Ziele des Projekts realisiert werden trotz einiger widriger Umstände (der verspätete Projektbeginn an der Universität Hamburg und die etwas unterdimensionierte Hardware). Unter anderem wurde ein Gesamtsystem erstellt und bei einer Gutachterbegehung im Jahr vor Projektende präsentiert. Der folgende Dialog² demonstriert das Verhalten des Systems:

- (1) W: Guten Tag, hier ist WISBER.
- (2) U: Ich habe 40.000 DM geerbt und möchte diesen Betrag anlegen.
- (3) W: Welche Laufzeit soll die Anlage haben?
- (4) U: Die Laufzeit der Anlage soll acht Jahre betragen.
- (5) W: Besitzen Sie ein Sparbuch mit mehr als zwei Nettomonatseinkommen?

¹ siehe Anhang

² im Dialog ist 'WISBER' mit 'w' und 'USER' mit 'U' abgekürzt

- (6) U: Ich habe fünf Nettomonatseinkommen auf mehreren Sparbüchern.
 (7) W: Möchten Sie während der Laufzeit auf den Betrag zurückgreifen können?
 (8) U: Nein.
 (9) W: Dann empfehle ich Ihnen Pfandbriefe. Sie haben eine Rendite von 7 %.
 (10) U: Gibt es Anlagen mit einer höheren Rendite als 7 %?
 (11) W: Nein.
 (12) U: Vielen Dank und auf Wiedersehen.
 (13) W: Auf Wiedersehen.

Die Fähigkeiten von einzelnen Komponenten übersteigen zum Teil deutlich die für diesen Dialog nötige Kompetenz, doch lassen sich klarerweise nicht alle Systemeigenschaften in einem kohärenten Dialog unterbringen. Auf einzelne Äußerungen dieses Dialogs wird in der Folge mit Nummern in runden Klammern referenziert.

Im folgenden werden das in WISBER verwendete Repräsentationssystem vorgestellt und die in den einzelnen Abschnitten angewandten Methoden erläutert.

Wissensrepräsentation

WISBER verwendet ein hybrides Wissensrepräsentationssystem. Es beinhaltet Komponenten für die Repräsentation von terminologischem (QUIRK) und von assertionalen Wissen (QUARK) und für die Darstellung der Bedeutung von Äußerungen (IRS).

QUIRK (QUICK Reimplementation of KL-ONE) ermöglicht die Repräsentation der terminologischen Wissensbasis (TBox) und verfügt über gewisse Schlußfolgerungsmöglichkeiten [Bergmann/Gerlach 1987c]. QUIRK ist ein KL-ONEartiges Repräsentationssystem, das auf der Syntax und Semantik von NIKL beruht [Schmolze 1985]. Es wird in WISBER zu mehreren Zwecken eingesetzt:

- . zur Referenzauflösung [Frederking/Gehrke 1987].
- . zur Disambiguierung von Skopus und Distributivität von Referenzen [Fliegner 1988].
- . zur Paraphrasengenerierung mit terminologischen Transformationen [Horaček et al. 1988], [Bergmann/Gerlach 1987a].
- . zum Aufdecken von Inkonsistenzen 'in Aussagen und Fragen [Bergmann/Gerlach 1987a].

Im Lauf des Projekts hat sich auch eine Methode zur Belegung der Repräsentationskonstrukte mit

Wissensinhalten herausgebildet [Horaček 1989]. Dabei wird zunächst versucht, den relevanten Informationsgehalt von Domänenobjekten und -Eigenschaften zu identifizieren und möglichst explizit und überlappungsfrei einzelnen Repräsentationselementen zuzuordnen. Die Form dieser konzeptuell orientierten Wissensdarstellung eignet sich gut zur Inferenzenbildung. Der Informationsgehalt, der mit den im Domänenmodell verwendeten Prädikaten assoziiert wird, unterscheidet sich zum Teil erheblich von der Bedeutung von Lexemen und grammatischen Funktionen. Daher ist auch eine Methode zur Realisierung des Übergangs zwischen der (objektorientierten) konzeptuellen und der syntaktisch-funktionalen Ebene entwickelt worden [Horaček/Pyka 1988], die auch die Möglichkeit erheblicher Umstrukturierungen vorsieht.

QUARK [Poesio 1988] wird zum Speichern von assertionalen Wissen (ABox) benutzt (das konsistent ist mit den in QUIRK festgelegten terminologischen Definitionen) und für die Ableitung von zusätzlichen Fakten. QUARK verfügt dazu über einen einfachen Hornklauselbeweiser und über für Dialoge besonders nützliche Fähigkeiten [Poesio 1989]: die Repräsentation von zeitabhängiger Information [Poesio 1987] und die Möglichkeit, alternative Theorien in verschiedenen ABox-Kontexten zu speichern. Diese Kontexte werden für die Verwaltung von Glaubens-, Wissens- und Wollenszuständen der beteiligten Agenten verwendet.

IRS [Bergmann et al. 1987b] basiert auf dem Prädikatenkalkül erster Stufe, enthält aber zusätzlich eine Menge von für die Repräsentation von natürlichsprachlichen Äußerungen geeigneten Bestandteilen. Neben den in der Logik üblichen Quantoren (für alle, es gibt) können auch vage Quantoren (wenige, einige), Quantitäten (zwei bis drei) sowie definite und indefinite Beschreibungen (als Quantoren) behandelt werden. Mit IRS ist es möglich, die Bedeutung von Äußerungen zu verschiedenen Stadien der Interpretation darzustellen und die Auswahl zwischen mehreren Realisierungsvarianten zum bestmöglichen Zeitpunkt vorzunehmen. Die drei Repräsentationskomponenten sind aufeinander abgestimmt durch die Forderung der Konsistenz von 'offenen' (inhaltstragenden) Bestandteilen mit den terminologischen TBox-Definitionen.

Semantisch-pragmatische Verarbeitung

In einem Zyklus der semantisch-pragmatischen Verarbeitung wird für eine IRS-Repräsentation einer Benutzeräußerung, die möglicherweise noch uninterpretierte Elemente enthält, unter Berück

sichtigung des Dialogkontexts eine möglichst eindeutige Interpretation bestimmt. Die daraus resultierenden Inhalte werden, je nach Abhängigkeit von Wissens-, Glaubens- und Wollenszuständen in passende ABox-Kontexte eingetragen. Auf dem dadurch erreichten Systemzustand setzt die Dialogkontrolle auf. In diesem Abschnitt wird versucht, dem Kontext der Beratungssituation angepaßte Benutzerziele (Wünsche) abzuleiten bzw. bereits etablierte Ziele untereinander in Beziehung zu setzen und zu ihrer Erfüllung beizutragen. Dazu wird auch jeweils ein (unmittelbares) kommunikatives Systemziel spezifiziert. Dies erfolgt wiederum in Form eines IRS-Ausdrucks, der in einem mehrstufigen Generierungsverfahren in eine funktionale Struktur überführt und schließlich auf eine entsprechende ARPS- Repräsentation abgebildet wird. Im folgenden werden die einzelnen Schritte der Verarbeitung detaillierter beschrieben.

Interpretation

Für die Beratungssituation charakteristisch sind die Thematisierung von Gruppen von Objekten und Beziehungen zwischen ihnen sowie der häufige Gebrauch von Modalverben, um propositionale Einstellungen (Glauben, Wissen und Wollen in WISBER) zu bestimmten Inhalten auszudrücken. Modalverben sind mit zahlreichen sprachabhängigen Ambiguitäten verbunden (die auch im Kontext des gesamten Dialogs nicht immer vollständig aufzulösen sind) und erschweren daher die Interpretation von Äußerungen des Dialogpartners und deren geeignete weitere Verarbeitung.

Daher sind im Rahmen von WISBER zwei Komponenten erstellt worden, die eine intensive Bearbeitung von Skopusphänomenen bzw. von pragmatischen Aspekten vornehmen (vor allem die Modalverbinterpretation). Der Grad von zu erzielender Reduktion von Mehrdeutigkeiten ist an den Bedürfnissen des Dialogs orientiert: Falls eine eindeutige Interpretation nicht möglich (aber auch bezüglich des untersuchten Aspekts nicht nötig) ist, wird mit einer vagen Repräsentation weitergearbeitet, die alle noch möglichen Interpretationen enthält. Durch dieses Vorgehen wird ein möglichst flüssiger Dialogverlauf unterstützt, weil in vielen Fällen auf die sonst nötigen klärenden Rückfragen verzichtet werden kann.

Zum Unterschied von traditionellen Verfahren berücksichtigt die Komponente zur Analyse von Quantorenskopus und Distributivität von Referenzen nicht syntaktische und lexikalische Heuristiken (dies wäre eine sinnvolle Erweiterung), sondern sie basiert auf der gezielten Verwendung des in der TBox repräsentierten terminologischen Wissens. Dazu werden vor allem Anzahlbeschränkungen, die für als Rollen definierte Beziehungen zwischen Objekten

eingeführt werden, und die Spezifizierung von Gruppen und Rollen als distributiv bzw. kollektiv herangezogen.

Dadurch kann etwa ein Ausdruck wie 'einige Sparbücher bei mehreren Banken' disambiguiert werden, weil ein Sparbuch laut terminologischem Wissen eindeutig einer bestimmten Bank zuordbar ist. Der Ausdruck 'Anlagen mit einer höheren Rendite als sieben Prozent' (10) ist zwar im Prinzip auch ambig, aber die schwächere Interpretation (mit einer jeweiligen Rendite) beinhaltet die stärkere (mit einer bestimmten Rendite). Daher wird in diesen Fällen die generellere Interpretation gewählt, außer es liegt eine explizite Oberflächenmarkierung vor, die auf die engere Interpretation hindeutet.

In echt ambigen Fällen wie 'fünf Nettomonats-einkommen auf mehreren Sparbüchern' (6) kann keine zuverlässige eindeutige Interpretation vorgenommen werden. Daher wird zur weiteren Verarbeitung ein kompakter Ausdruck gebildet, der beide Alternativen enthält. Diesem Vorgehen liegt die Spekulation zugrunde, daß für einen flüssigen Verlauf des Dialogs eindeutiges Wissen über diese Relation nicht immer erforderlich ist. Dies trifft im aktuellen Dialog auch zu, weil die vorangegangene Systemfrage (5) bei beiden Interpretationen von (6) als bejaht angesehen werden kann. Auf diese Weise wird im konkreten Fall eine unnötige Rückfrage vermieden.

In diesem Stadium der Interpretation kann man sich der Hauptaufgabe der Analyse zuwenden, die darin besteht, Wünsche und Überzeugungen des Benutzers aus seinen Äußerungen abzuleiten. Zu diesem Zweck wird die bisher noch uninterpretierte Information in der IRS (Satztyp, Konnektive, Tempus und Modalität) dem Dialogkontext entsprechend ausgewertet. WISBER verfügt über einen auf der semantischen Repräsentation ansetzenden Mechanismus zur Erkennung von idiomatisch gebrauchten indirekten Sprechakten wie 'Können Sie mir sagen, welche ...' und 'Ich weiß nicht, ob...', der eine Umwandlung in die entsprechende direkte Frage vornimmt [Gerlach/Sprenger 1988].

Im weiteren Verlauf der Interpretation nimmt die Modalität eine dominante Rolle ein. WISBER ist in der Lage, alle deutschen Modalverben (wollen, sollen, möchten, können, dürfen und müssen) zu interpretieren, wobei diese auch in eingeschachtelter Form auftreten können [Sprenger 1988]. Neben dem lokalen Kontext, der durch Satztyp, Tempus, die semantische Kategorie des Subjekts des Modalverbs und eventuell vorhandene Konnektive gegeben ist, werden auch etablierte propositionale Einstellungen zur Disambiguierung von lokal mehrdeutigen Äußerungen herangezogen. Bei (4) ist der bereits bekannte Benutzerwunsch, eine Anlage erwerben zu wollen, das entscheidende Kriterium, um 'sollen' im Sinne von 'möchten' zu interpretie-

ren. Würde ein solcher Wunsch nicht vorliegen, ist eine Interpretation als Überzeugung gerechtfertigt, etwa bei: 'Meine Oma hat Pfandbriefe gekauft. Sie sollen eine Laufzeit von acht Jahren haben.'

Ebenso spielen Erwartungen für die situationsbezogene Interpretation eine wichtige Rolle. 'Ich wollte/kann mein Geld anlegen' wird wegen des apriori angenommenen Anlagewunsches des Benutzers als Bestätigung für diese Annahme ausgelegt und nicht wörtlich aufgefaßt. In diesem Sinn wird auch die Äußerung 'Ich habe 40.000 DM' auf die Frage 'Wieviel Geld wollen Sie anlegen?' nicht bloß als Faktum, sondern als Spezifikation des Anlagebetrags verstanden.

Die Ergebnisse der Interpretation werden in ABox-Kontexte eingetragen [Sprenger/Gerlach 1988], wobei sich aus einer Äußerung auch mehrere Einträge ergeben können.

Zum Unterschied von der Disambiguierung von Skopus und Distributivität von Referenzen treten bei ambigen Modalverben oft erhebliche Bedeutungsunterschiede auf. Daher muß immer eine eindeutige, gesicherte Interpretation vorgenommen werden, um einen adäquaten Dialogfortgang sicherzustellen.

Dialogkontrolle

Sobald die Interpretation einer Benutzeräußerung vollständig durchgeführt ist und in Form von Einträgen in ABox-Kontexten vorliegt, beginnt ein Verarbeitungszyklus der Dialogsteuerung [Gerlach/Horaček 1989]. Diese arbeitet auf der Basis von zeit abhängigen propositionalen Einstellungen (wie sie in den ABox-Kontexten vorliegen), was gegenüber vergleichbaren Ansätzen (wie etwa in ARGOT [Allen 1983]) eine wesentliche Neuerung darstellt. Diese Komponente bildet den Kern des Systems und sorgt dafür, daß der Dialog in Gang gehalten wird. Ihre unmittelbare Aufgabe besteht darin, eine Spezifikation der nächsten Systemäußerung zu bestimmen, die kommunikativ adäquat ist und einen geeigneten Beitrag zum Erreichen des globalen Beratungsziels liefert. Dazu ist eine Reihe von Inferenzregeln definiert, die für folgende Teilaufgaben zuständig sind:

- . Aufrechterhaltung der Konsistenz durch Aktualisierung der mit den propositionalen Einstellungen assoziierten Zeitintervalle (z.B. Abschließen der Gültigkeitsdauer eines Wunsches bei dessen Erfüllung) und durch Änderung des Sicherheitsgrades einer Überzeugung (ein bisher unsicheres Faktum ist als sicher bestätigt worden).
- . Ableitung von Benutzerzielen aus dem globalen Kontext, insbesondere die Bestimmung von alternativen Zielen sowie das Auffinden

von Beziehungen zwischen bereits etablierten Zielen (als Folgeziel oder als Teilziel wie das aus (4) abgeleitete Ziel in Bezug auf den Anlagewunsch aus (2)).

- . Festlegung eines kooperativen kommunikativen Systemziels zur Veränderung der propositionalen Einstellungen des Benutzers (das durch Informationsgewinnung für das System oder für den Benutzer realisiert werden kann) gemäß den aktuellen Benutzerzielen und dem Stand der Beratung.

Die Inferenzregeln sind in Pakete gegliedert entsprechend den oben spezifizierten Teilaufgaben, wobei die einzelnen Pakete in eben dieser Reihenfolge abgearbeitet werden. Bei der aktuellen relativ geringen Menge an Regeln ist einfaches Vorwärtsschlußfolgern ausreichend, um akzeptable Verarbeitungszeiten zu erzielen. Die einzelnen Regeln sind so aufeinander abgestimmt, daß immer ein kommunikatives Systemziel (in Form eines IRS-Ausdrucks) spezifiziert wird.

Für den gesamten Verlauf des Dialogs gelten für die Beratungssituation charakteristische Annahmen (realisiert als Einträge im Überzeugungskontext des Systems):

- . Der Benutzer möchte einen Zustand erreichen, den er selbst erfährt (das ist sein Ziel).
- . Der Benutzer glaubt, daß dieser Zustand thematisch in den Kompetenzbereich des Systems fällt.
- . Der Benutzer weiß über jene Zustände Bescheid, in die er selbst involviert ist.

Diese Annahmen werden im Lauf des Dialogs mehrfach berücksichtigt. Das Fehlen einer Bestätigung der ersten Annahme (falls der Benutzer noch keinen Wunsch spezifiziert hat) führt zu einer Systemfrage nach einem solchen. Die Relevanz der zweiten Annahme besteht darin, daß Benutzerwünsche, mit denen das System nichts anfangen kann (nichts daraus ableiten kann) als irrelevant eingestuft werden; den Benutzer darauf aufmerksam zu machen stellt ein kommunikatives Systemziel dar (und ist durch eine entsprechende Regel spezifiziert). Die letzte Annahme schließlich kennzeichnet den Benutzer als geeigneten Ansprechpartner zum Erwerb von zusätzlicher Information, falls der Gegenstand der Beratung noch nicht ausreichend spezifiziert ist.

Für die Beratungssituation typisch ist die Spezifikation von Realweltzuständen als Ziel ('Ich möchte 40.000 DM anlegen'), deren direkte Umsetzung jedoch für ein Computersystem nicht möglich ist. Daher werden in solchen Fällen geeignete Ersatzziele abgeleitet, je nach Art des Ziels und dem Wissensstand des Benutzers:

- Falls dieser einen Zustand anstrebt, aber kein passendes Mittel kennt (keine Aktion, deren Ausführung zu diesem Zustand führt), nimmt das System an, daß der Benutzer zuerst eine geeignete Maßnahme kennenlernen möchte.
- Falls er eine solche allerdings schon kennt, kann nur mehr Unvollständigkeit seines Wissens die Ursache sein, warum er die Aktion nicht selbst durchführt; daher leitet das System in diesem Fall ab, daß der Benutzer mehr über diese Aktion wissen möchte (über die Art der darin. involvierten Anlageform im Referenzdialog).
- Falls ein neues Benutzerziel nicht direkt in den Kompetenzbereich des Systems fällt, wird nach einer kausalen Beziehung zu einem bereits bekannten Ziel gesucht (als Voraussetzung für die Erreichung des neuen Ziels). Ist bei dem Wunsch 'Ich möchte in drei Jahren ein Haus kaufen' vorher ein Anlagewunsch spezifiziert worden, wird eine solche kausale Verkettung etabliert. Als Nebeneffekt wird dabei die Anlageform näher bestimmt: sie sollte gegebenenfalls eine Laufzeit von drei Jahren haben.

Nachdem durch eine Reihe von Fragen an den Benutzer «3), (5), (7)) und dessen Antworten der Anlagewunsch ausreichend spezifiziert ist, spricht das System eine Empfehlung aus (9). Damit ist der Wunsch aus der Sicht des Systems erfüllt. Eine Frage nach weiteren Wünschen erweist sich als hinfällig, weil der Benutzer selbst das Ende des Dialogs vorschlägt (12).

Generierung

Die Dialogkontrolle liefert eine rudimentäre IRS-Struktur als Ausgangsbasis für die Generierung, die die beabsichtigte Systemäußerung repräsentiert und nur aus interner Systemsicht eindeutig ist. Diese IRS-Struktur muß zunächst mit zusätzlichen Spezifikationen angereichert werden (damit die darin referenzierten Objekte eindeutig identifizierbar sind) und an den Wissenstand des Benutzers angepaßt werden, bevor der Übergang von der konzeptuellen zur lexikalischen Ebene (die Verbalisierung) erfolgen kann. Die gesamte Verarbeitung ist, wie bei der Analyse, in mehrere Schritte gegliedert, wobei verschiedene Teilkomponenten für die einzelnen Aufgaben zuständig sind.

Zunächst erfolgt auf terminologischer Ebene eine Überprüfung, ob alle in der Ausgangsstruktur verwendeten Konzepte und Rollen als dem Benutzer bekannt vermerkt sind. Da die Ableitung solcher Information aus dem Verlauf des Dialogs sehr komplex und mit viel Unsicherheit behaftet ist, beschränkt sich WISBER in dieser Hinsicht auf die Verwendung von apriori Annahmen. Enthält die

ursprüngliche Repräsentation der Äußerung einen Begriff, mit dem der Benutzer nicht vertraut ist, wird versucht, diesen Begriff durch einen geeigneten logisch äquivalenten Ausdruck zu ersetzen. Äußerung (5) etwa liegt der Systemwunsch zugrunde, zu erfahren, ob der Benutzer einen Notgroschen besitzt. Da die Annahme besteht, daß der Begriff 'Notgroschen' dem Benutzer nicht bekannt ist, wird seine Bedeutung durch einen allgemeineren Begriff, 'Sparbuch', und durch die zusätzliche explizite Anführung der einschränkenden Eigenschaften (der Wert muß mindestens zwei Nettomonatseinkommen betragen) ausgedrückt. Diese Ersetzung basiert auf terminologischen Definitionen in der TBox, die diese vereinfachte Sicht eines Notgroschen enthält (der Zweck der Absicherung ist dabei nicht modelliert).

Eine weitere Möglichkeit für terminologische Transformationen, die durch Ersetzungsregeln realisiert wird, beeinflußt die Generalisierung von (7). Das System will in diesem Fall wissen, ob die gewünschte Anlage eine hohe Liquidität aufweisen soll, wobei jedoch die Kenntnis des Liquiditätsbegriffs beim Benutzer laut Annahme nicht vorliegt. Demzufolge wird eine Regel angewendet, die 'die hohe Liquidität der Anlage' mit 'der Möglichkeit ihres Besitzers, die Anlage während ihrer Laufzeit zu verkaufen' als terminologisch äquivalent festlegt, was eine entsprechende Ersetzung in der Repräsentation der Äußerung bewirkt.

Das bisher erzielte Zwischenergebnis besteht aus einem Sprechakt oder einer Folge von Sprechakten und ihren Inhalten und liegt in der Form von IRS-Repräsentationen vor. Diese können noch Ausdrücke beinhalten, die Entitäten in einer ambigen Weise ansprechen. Um die Identifizierbarkeit für den Dialogpartner herzustellen, werden die konzeptuellen Beschreibungen durch zusätzliche Eigenschaften angereichert, bis die referenzierten Objekte eindeutig identifizierbar sind. Die Auswahl geeigneter Eigenschaften basiert auf dem Inhalt des Dialoggedächtnisses und auf domänenabhängigen Präferenz listen, die auf relativer Wichtigkeit und Auffälligkeit dieser Eigenschaften beruhen. Bei Anlageformen bietet sich bevorzugt die Höhe ihres Wertes an, während für Ereignisse hauptsächlich deren Zeitrelationen in Frage kommen.

In diesem Stadium der Generierung wird auch über die Verwendung von Determinern entschieden. Bemerkenswert ist dabei die Wahl von 'die Anlage' in (3), was auf der Vorerwähnung des Anlageereignisses in (2) beruht.

Bevor der Übergang von der konzeptuellen Ebene zur lexikalischen erfolgt, wird festgelegt, ob der Sprechakt selbst explizit ausgedrückt wird (bei einer Empfehlung) oder implizit durch den Satztyp (in allen anderen Fällen). Aus technischen Gründen findet auch die Modalverbgenerierung vor

der eigentlichen Verbalisierung statt (weil sie von der Sprechaktrealisierung abhängig ist). Durch den etablierten Anlagewunsch und dazu passenden Ansprechpartner ist die Wahl von 'sollen' in (3) gerechtfertigt, was zu einer stilistisch weit besseren Lösung führt als ein alternativer Satz mit 'möchten'.

Der Verbalisierungsprozeß bewirkt eine geeignete Auswahl von Lexemen und grammatischen Funktionen, die die mit Konzepten und Rollen verbundene Bedeutung ausdrücken. Mit einem Repertoire von etwa zehn elementaren kompositional verwendbaren Abbildungsschemata ist durch die mehrfach vorhandenen Kombinationsmöglichkeiten eine beachtliche Menge von Ausdrucksformen erzielbar. Dies beinhaltet die flexible Verwendung von Auxiliärverbkonstruktionen und Attributen ('Die Rendite des Pfandbriefes ist 7 %', 'Der Pfandbrief hat eine Rendite von 7 %'), sowie die Möglichkeit von Normalisierungen ('Der Herausgeber des Pfandbriefes ist die ABC-Bank' für 'Die ABC-Bank gibt den Pfandbrief heraus') und implizitem Ansprechen von Relationen ('Der Pfandbrief der ABC-Bank'). In diesem Fall ist die Beziehung eindeutig die Herausgeberschaft; im Fall von 'Meier's Projekt' hingegen kann es sich um den Projektleiter oder um einen gewöhnlichen Mitarbeiter handeln.

Zusätzlich liegt durch Substitutionsoperationen die Möglichkeit der Erzeugung von Paraphrasen vor. Auf diese Weise wird in (7) die gewünschte Anlage durch 'den Betrag' angesprochen. Theoretische Fundierung und die Verwaltung der für die Referenzgenerierung nötigen Informationen im Dialoggedächtnis ist in [Block 1988] beschrieben. Die Auswahl zwischen Alternativen bei der Verwendung von Abbildungsschemata erfolgt aufgrund struktureller Kriterien (die Erzeugung ganzer Sätze wird präferiert, und überladene Nominalphrasen und das Auftreten von Indefinitpronomen werden nach Möglichkeit vermieden) und berücksichtigt das bereits durch den Diskurs etablierte gemeinsame Wissen über Referenzobjekte.

Schlußbemerkung

Zur Bewältigung der in einem Beratungsdialo- gestellten Aufgaben sind verschiedene Techniken zu einem kooperativen Kommunikationsverhalten entwickelt worden. Auch eine theoretische Fundierung von Teilen des in WISBER verfolgten Ansatzes ist erarbeitet worden [Werner 1988a] [Werner 1988b].

Es hat sich in allen Phasen des Projekts als wichtig herausgestellt, Methoden zur Bearbeitung eines bestimmten Teilbereichs im Rahmen eines Gesamtsystems zu verifizieren. Erst dadurch wird

die Bearbeitung von komplexen Phänomenen, wie speziell die Behandlung von Referenzausdrücken, auf eine realistische Basis gestellt. Dazu sind umfangreiche Vorarbeiten nötig, um die entsprechende Umgebung (vor allem ein mächtiges Wissensrepräsentationssystem) auf die Beine zu stellen, und dies erfordert viel Personal und Zeit. Leider sind diese Voraussetzungen für die ehemaligen Mitarbeiter des WISBER- Teams nicht mehr gegeben.

Im Rahmen von WISBER sind fast 100 Berichte und Memos entstanden. Diese können jederzeit bei der Koordinationsstelle, Universität des Saarlandes, FR 10.2 Informatik IV, Im Stadtwald 15,6600 Saarbrücken 11 bestellt werden.

Literatur

[Allen 1983] Allen, J.: 'Argot: A System Overview', in Computational Linguistics, Cercone, N. (ed.), S. 97-109, Oxford Pergamon Press, 1983.

[Bergmann/Gerlach 1987a] Bergmann, H. & Gerlach, M.: 'Semantisch-pragmatische Verarbeitung von Äußerungen im natürlichsprachlichen Beratungssystem WISBER', in Wissensbasierte Systeme - GI-Kongress 1987, Brauer, W.; Wahlster, W. (eds.), Springer Verlag, Berlin, S. 318327, 1987, auch in WISBER-Bericht Nr. 15, Universität Hamburg, 1987.

[Bergmann et al. 1987b] Bergmann, H. & Fliegner, M. & Gerlach, M. & Marburger, H. & Poesio, M.: 'IRS - The Internal Representation Language', WISBER Bericht Nr. 14, Universität Hamburg, 1987.

[Bergmann/Gerlach 1987c] Bergmann, H. & Gerlach, M.: 'QUIRK Implementierung einer TBox zur Repräsentation begrifflichen Wissens', WISBER Memo Nr. 11, 2: erweiterte Auflage, Universität Hamburg, 1987.

[Block/Hunze 1986] Block, H.-U. & Hunze, R.: 'Incremental Construction of c- and f-Structure in an LFG-Parser', in Proc. COLING-86, Bonn, S. 490-493, auch in WISBER-Bericht Nr. 4, Siemens AG, München, 1986.

[Block 1988] Block, R.: 'Indefinite Noun Phrases and the Limits of Logic', in GWAI-88, Hoepfner, W. (ed.), Springer Verlag, S. 104-111, Geseke, September 1988.

[Busche/Schachter-Radig 1988] Busche, R. & M.J. Schachter-Radig, 'INF: Implementation eines Inferenzmechanismus - Spezifikation und Architektur des Regelinterpreters', WISBER Memo Nr. 20, SCS GmbH, Hamburg, 1988.

- [Fliegner 1988] Fliegner, M.: 'HOKUSPOKUS-Verwendung terminologischen Wissens in der Analyse von Quantorenkopos und Distributivität', in GWAI-88, Hoepfner, W. (ed.), Springer Verlag, S. 112-117, Geseke, September 1988, auch in WISBER-Bericht Nr. 29, Universität Hamburg, 1988.
- [Frederking/Gehrke 1987] Frederking, R. & Gehrke, M.: 'Resolving Anaphoric References in a DRT-based Dialogue System: Part 2: Focus and Taxonomic Inference', WISBER-Bericht Nr. 17, Siemens AG, München, 1987.
- [Gerlach/Sprenger 1988] Gerlach, M. & Sprenger, M.: 'Semantic Interpretation of Pragmatic Clues: Connectives, Modal Verbs, and Indirect Speech Acts', in proc. COLING-88, Budapest, S. 191-195, 1988, auch in WISBER-Bericht Nr. 23, Universität Hamburg, 1988.
- [Gerlach/Horáček 1989] Gerlach, M. & Horáček, H.: 'Dialogue Control in a Natural Language System', in EACL-89, Somers, H.; McGee, M. (eds.), Manchester, April 1989.
- [Hipt/Busche 1987] Hipt, S. op de & Busche, R.: 'Analyse und Zusammenfassung der empirischen Studien, Erfahrungen bei der Erhebung von Wissen in einer komplexen Domäne', WISBER-Bericht Nr. 13. SCS GmbH, Hamburg, 1987.
- [Horáček et al. 1988] Horáček, H. et al., 'From Meaning to Meaning - a Walk through WISBER's Semantic-Pragmatic Processing', in GWAI-88, Hoepfner, W. (ed.), Springer Verlag, S. 118-129, Geseke, September 1988, auch in WISBER-Bericht Nr. 3D, Universität Hamburg, 1988.
- [Horáček/Pyka 1988] Horáček, H. & Pyka, C.: 'Towards Bridging two Levels of Representation Linking the Syntactic Functional and Object-Oriented Paradigms', in International Computer Science Conference '88 - Artificial Intelligence: Theory and Applications, Lassez, J.L.; Chin, F. (eds.), S. 281-288, Hong Kong, Dezember 1988, auch in WISBER-Bericht Nr. 32, Universität Hamburg, 1988.
- [Horáček 1989] Horáček, H.: 'Towards Principles of Ontology', erscheint in GWAI-89, Metzging, D. (ed.), Springer Verlag, Geseke, September 1989.
- [Hunze/Block 1987] Hunze, R. & Block, H.-U.: 'A Two Step Reference Problem Solver', WISBER-Bericht Nr. 11, Siemens AG, München, 1987.
- [Jabonske et al. 1988a] Jablonski, K. & Rau, A. & Ritzke, J.: 'Anwendung einer logischen Grammatik zur Generierung deutscher Texte', in Proc. des Wien er Workshops Wissensbasierte Sprachverarbeitung (WWWS 88) der ÖGAI, Wien, auch in WISBER-Bericht Nr. 25, Nixdorf Computer AG, Paderborn, 1988.
- [Jablonski et al. 1988b] Jablonski, K. & Rau, A. & Ritzke, J.: 'NUGGET - Ein DCG basiertes Textgenerierungssystem', WISBER-Bericht Nr. 27, Nixdorf Computer AG, Paderborn, 1988.
- [Meßing et al. 1987] Meßing, J. & Liermann, I. & Schachter-Radig, M.-J.: 'Handlungsschemata in Beratungsdialogen. Am Gesprächsgegenstand orientierte Dialoganalyse', WISBER-Bericht Nr. 18, SCS GmbH, Hamburg, 1987.
- [Poesio 1987] Poesio, M.: 'Temporal Reasoning in a Hybrid System', WISBER-Bericht Nr. 21, Universität Hamburg, 1987.
- [Poesio 1988] Poesio, M.: 'The QUARK Reference Manual, WISBER Memo Nr. 22, Universität Hamburg, 1988.
- [Poesio 1989] Poesio, M.: 'Dialog-Oriented ABoxing', WISBER-Bericht Nr. 42, Universität Hamburg, 1989.
- [Schmolze 1985] Schmolze, J.: 'The Language and Semantics of NIKL', Draft paper, Bolt Beranek and Newman inc., Cambridge, 1985.
- [Sprenger 1988] Sprenger, M.: 'Interpretation von Modalverben zur Konstruktion von Partnermodelleinträgen', WISBER Memo Nr. 18, Universität Hamburg, 1988.
- [Sprenger/Gerlach 1988] Sprenger, M. & Gerlach, M.: 'Expectations and Propositional Attitudes - Pragmatic Issues in WISBER', in International Computer Science Conference '88 - Artificial Intelligence: Theory and Applications, Lassez, J.-L.; Chin, F. (eds.), S. 327-334, Hong Kong, Dezember 1988, auch in WISBER-Bericht Nr. 28, Universität Hamburg, 1988.
- [Werner 1988a] Werner, E.: 'Toward a Theory of Communication and Cooperation for Multiagent Planning', in Theoretical Aspects of Reasoning About Knowledge, Proceedings of the 1988 Conference, Morgan Kaufman Publishers, S. 129-143, 1988.
- [Werner 1988b] WERNER, E.: 'A Formal Computational Semantics and Pragmatics of Speech Acts', in Proc. COLING-88, Budapest, 1988.
- [Wisber 1986] WISBER Wissensbasierter Beratungsdialog, LDV- Forum, Band 4, Nr. I, S. 31-32, Juni 1986.

Anhang

Projektleitung : Mitarbeiter:	Prof. Dr. B. Neumann Dipl.- Inform. H. Marburger Dipl.- Inform. H. Bergmann Dr. Russel Block Michael Fliegner, M. A. Dipl.- Inform. M. Gerlach Prof. Dr. W. Hoepfner (assoziiert) Dr. H. Horaček Dr. M. Poesio Dipl-Inform. R. Sprengel M. Sprenger, M. A. Prof. Dr. E. Werner R. Brech K. Ellesweil	Fördergskennz.: ITW 58 02 0 Projektpartner:	- Nixdorf Computer AG, Projektteam Künstliche Intelligenz, Paderborn - SCS Organisationsberatung und Informationstechnik GmbH, Fachgebiet Wissensbasierte Systeme, Hamburg - Siemens AG, ZT ZTI INF 311, München - Universität Hamburg Universität des Saarlandes
Sekretariat: Studentische Hilfskräfte	B. Grün S. Lowe T. Rhode A. Winizki M. Gerlach	Koordination: Projektdauer:	Gesamtprojekt: 1.1.85 - 31.3.89 Universität Hamburg: 1.10.85 - 31.3.89 Siemens EMS 58xx, Symbolic 3600, Nixdorf Targon/31, Modell 30
Adresse:	('Nachlaßverwalter') Universität Hamburg Fachbereich Informatik Bodenstedtstr. 16 D-2000 Hamburg 50 Tel.: 040/4123-6144 BMFT- Verbundprojekt im Themenbereich 3d: Wissensbasierter Mensch- Maschine-Dialog	Hardware:	INTERLISP-D, Zeta-LISP, PROLOG
Förderungs- programm:		Software:	Theoretische Fundierung und Implementierung des deutsch- sprachigen Beratungssystems WISBER, mit dem ein ziel und problemorientierter kohärenter Beratungsdiallog geführt werden kann.
		Projektziel:	