Sonderforschungsbereich 378
Ressourcenadaptive kognitive Prozesse

KI-Labor am Lehrstuhl für Informatik IV

Leitung: Prof. Dr. W. Wahlster

READY

Universität des Saarlandes
FB 14 Informatik IV
Postfach 151150
D-66041 Saarbrücken
Germany

Tel. 0681 / 302-2363

Bericht Nr. 134

Die Rolle von Diskursverspflichtungen in bewertungsorientierten Informationsdialogen

Thomas Weis

Oktober 1996

Sonderforschungsbereich 378
Ressourcenadaptive Kognitive Prozesse

ISSN 0944-7814

134

Die Rolle von Diskursverpflichtungen in bewertungsorientierten Informationsdialogen*

Thomas Weis
Fachbereich Informatik, Lehrstuhl Prof. Dr. W. Wahlster
Universität des Saarlandes
Postfach 151150, D-66041 Saarbrücken
EMail: `tweis@cs.uni-sb.de`

Zusammenfassung

Eine Herausforderung für natürlichsprachliche Systeme ist der Umgang mit *Diskursverpflichtungen*, wie sie von Fragen, Versprechungen oder gar Schweigen erzeugt werden. Dieser Artikel stellt für bewertungsorientierte nichtkooperative Dialoge einen neuen Ansatz sowie dessen Realisierung in einem Dialogsystem vor. Innerhalb eines entscheidungstheoretischen Grundmodells wird eine Diskursverpflichtung als ein Einflußfaktor gesehen für die Dialogzugauswahl, indem die Kosten derjenigen Züge erhöht werden, die die Verpflichtung nicht erfüllen. Die Auswahl von Zügen wird von einem Dialogplaner gesteuert, der langfristige Dialogziele berücksichtigt.

One challenge for natural language systems is that of dealing with *discourse obligations* such as those created by questions, promises, and even silences. In the context of evaluation-oriented noncooperative dialog situations, the present paper presents a new approach and its realization in a dialog system. Within this basically decision-theoretic framework, a discourse obligation is seen as influencing the selection of subsequent dialog moves by increasing the costs associated with moves that do not fulfill the obligation. This basically decision-theoretic selection of moves is guided by a dialog planner that takes into account long-term dialog goals.

1 Einleitung

1.1 Verschiedene Aspekte von Diskursverpflichtungen

Traum und Allen argumentierten in [6] überzeugend, daß das Konzept der *Diskursverpflichtungen* vielen Phänomenen natürlichen Dialogverhaltens besser gerecht wird als die verbreiteteren Analysen z. B. auf Basis der Erkennung von Intentionen. Die Nützlichkeit des Konzeptes der *Verpflichtung* wird besonders offensichtlich in Dialogsituationen, in denen die Teilnehmer (auch) divergierende Ziele verfolgen.

Dies läßt sich beispielhaft am folgenden Ausschnitt eines Dialoges zeigen, in dem der Benutzer $\mathcal{B}$ ein potentieller Gebrauchtwagenkäufer ist und das System $\mathcal{S}$ die Rolle der Verkäuferin[1] einnimmt:

*Diese Arbeit wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 314, "Künstliche Intelligenz und Wissensbasierte Systeme", Projekt N1: PRACMA, sowie ab Jan. 1996 im SFB 378, "Ressoucenadaptive kognitive Prozesse", Projekt B2: `READY: Ressoucenadaptive Dialogführung'.

[1] Aus Gründen der Klarheit nehmen wir einheitlich eine Verkäuferin (auch wenn diese Rolle vom System übernommen wird) und einen Käufer an und verwenden auch die Pronomen in den entsprechenden Formen.

- ▷ $\mathcal{B}$: *Für mich ist Sicherheit das allerwichtigste.*
- ▷ $\mathcal{S}$: [Fragt sich, was über das Auto gesagt werden kann.]

Wahrscheinlich wird $\mathcal{S}$ eine Aussage über die sicherheitsrelevanten Eigenschaften des Autos machen. Wenn wir annehmen, daß $\mathcal{S}$ $\mathcal{B}$s Ziel teilt, die für sich relevanten Informationen über das Auto zu erhalten, dann hat $\mathcal{B}$s Äußerung $\mathcal{S}$ einen Weg gezeigt, wie sie $\mathcal{B}$ beim Erreichen dieses Zielen unterstützen kann. Aber falls $\mathcal{S}$ das Auto verkaufen möchte und weiß, daß es bzgl. Sicherheit schlecht bewertet wird, dann würden $\mathcal{S}$s Dialogziele das Vermeiden dieses Themas vorgeben. Doch auch eine derart eingestellte $\mathcal{S}$ würde i. a. nicht einfach $\mathcal{B}$s Äußerung ignorieren, sondern erkennen, daß diese eine Diskursverpflichtung erzeugt hat, die sie nur zu ihrem eigenen Nachteil verletzen kann. Statt sie entweder vollständig zu ignorieren oder ihr vollständig nachzukommen, wird sie einen zufriedenstellenden Mittelweg suchen zwischen ihrem Wunsch, den Dialogkonventionen nachzukommen, und demjenigen, das Auto zu verkaufen.

Obwohl Traums und Allens Konzeption von Diskursverpflichtungen allgemein genug ist, um die beschriebenen Fälle abzudecken, ist ihre Umsetzung im Rahmen des TRAINS-Systemes offenbar eingeschränkter (s. [1]), insbesondere in Bezug auf Fälle von Konflikten zwischen dem Wunsch zur Erfüllung von Verpflichtungen und demjenigen, Systemziele zu erreichen. Da TRAINS jedoch eine kooperative Anwendungsdomäne hat, besteht dort relativ selten Grund dazu, das Erfüllen von Diskursverpflichtungen zu vermeiden. Auch reduziert die dortige Orientierung der Dialogführung an einem gemeinsamen Domänenplan (einer Transportroute) das Auftreten alternativer Diskursverpflichtungen, wie sie in den hier betrachteten eher freien Informationsdialogen häufig vorkommen. Anhand nichtkooperativer Dialogsituationen läßt sich das Konzept der Diskursverpflichtungen also deutlicher zeigen.[2] Dieser Artikel kann – obwohl größtenteils unabhängig entstanden – als breitere Ausarbeitung von Traums und Allens Konzeptualisierung gesehen werden, wobei u. a. die folgenden allgemeinen Aspekte von Diskursverpflichtungen werden behandelt:

1. Wie werden Diskursverpflichtungen von Dialogzügen erzeugt?
   Die allgemeine Art, wie dies geschieht, ist bereits in früheren Arbeiten diskutiert worden, diese Arbeit wird jedoch einige neue Punkte hinzufügen.
2. Wie werden Diskursverpflichtungen von nachfolgenden Dialogzügen erfüllt – oder allgemeiner, wie beeinflussen Dialogzüge den Zustand bestehender Verpflichtungen?
   Hier unterscheidet sich dieser Ansatz von vorangehenden durch eine differenziertere Darstellung der möglichen Beziehungen zwischen Dialogzügen und bestehenden Verpflichtungen.
3. Wie beeinflussen Diskursverpflichtungen die Auswahl von Dialogzügen?
   Dieser Punkt ist mit dem zweiten insofern verwandt, daß ein Sprecher bei der Wahl eines Dialogzuges dessen Auswirkungen auf bestehende Verpflichtungen berücksichtigen muß. Hier stellt sich die Frage, wie diese antizipierten Effekte in die Bewertung eines potentiellen Zuges eingehen. Der vorgestellte Ansatz wird charakterisiert durch eine quantitative Einschätzung verschiedener Faktoren, die die Erwünschtheit eines Dialogzuges bestimmen, so daß Trade-Offs zwischen verschiedenen Faktoren behandelt werden können.

[2] Weitere Aspekte, die die Untersuchung und Modellierung nichtkooperativer Informationsdialoge interessant erscheinen lassen, sind in [2] zu finden; dazu zählt u. a. die pragmatische Interpretation interessensbasierter vager Äußerungen, die auf der Berücksichtigung der projizierten Einstellung eines Sprechers basiert, also darauf, wie er von seinem Dialogpartner eingeschätzt werden will. Auch dies hat Implikationen auf neutrale Informationssysteme, die z. B. aus Gründen der Glaubwürdigkeit auch objektiv erscheinen wollen.

1.2 Beispieldomäne und Systemansatz

Der hier vorgeschlagene Ansatz wird diskutiert mit Bezug auf seine Realisierung im Rahmen des Dialogsystemes PRACMA (s. [3], [4]). Dieses System modelliert eine Verkäuferin, die sich mit einem potentiellen Käufer über ihren Gebrauchtwagen unterhält. Die Ziele der beiden Dialogpartner stehen teilweise im Konflikt: Der Käufer möchte im Rahmen eines Informationsgespräches die bestmöglichen Informationen für seine Entscheidung erhalten, wohingegen die Verkäuferin das Auto unabhängig davon verkaufen will, ob es für den Käufer geeignet ist. PRACMA kann dabei entweder die Verkäufer- oder die Käufer-Rolle einnehmen; dieser Artikel wird sich jedoch auf die Verkäufer-Rolle beschränken.

Der Prozeß der Teilnahme an einem (Verhandlungs-)Dialog wird in PRACMA modelliert als die ineinandergreifende Anwendung zweier grundlegender Prinzipien: Einerseits wird das Dialogverhalten lokal durch Regeln (mit)bestimmt, die einen durch soziale Konventionen vorgegebenen Rahmen von Reaktionsmöglichkeiten auf Dialogbeiträge eines Dialogpartners bilden; hier ist der Nutzen potentieller Dialogzüge u. a. an der Einhaltung sozialer Normen zu messen. Anderseits laufen Dialoge mit bestimmten Zielen und Rahmenbedingungen in ihrer Grobstruktur nach gewissen Schemata ab, die erlerntes (kompiliertes) Wissen über typische Dialogabläufe repräsentieren, die sich i. a. als nützlich zur Erreichung jener Ziele erwiesen haben. Diese beiden Prinzipien interagieren in der Form, daß sich das Dialogverhalten als Ergebnis eines Trade-Off-Prozesses in Bezug auf die verschiedenen Nutzenmaße ergibt.

In PRACMA wird die Dialogteilnahme mithilfe einer inkrementellen, verzahnten Generierung und Ausführung von *Dialogplänen* modelliert (s. [8]). Der Planer arbeitet (u. a.) mit einem Modul PDH (Pragmatic Dialog Handler) zusammen, das neben einer Dialoghistorie mit den analysierten Dialogbeiträgen auch Diskursverpflichtungen regelbasiert in einer Agenda verwaltet. Die Dialogteilnahme wird vom Planer hierarchisch strukturiert in Dialogphasen, -strategien und -taktiken, wobei letztere mit den Diskursverpflichtungen interagieren.

1.3 Struktur des Artikels

Kapitel 2 beschreibt als Basis zum weiteren Verständnis des Ansatzes die Grundlagen der Dialogverarbeitung in PRACMA, wie sie ohne die Berücksichtigung von Diskursverpflichtungen erfolgen könnte: die Bewertung von Dialogzügen sowie die Dialogplanung. Im Kapitel 3 werden das Entstehen und die Verarbeitung von Diskursverpflichtungen behandelt sowie deren Integration mit den anderen Verfahren zur Dialogverarbeitung. Im Ausblick wird eine Erweiterung des Ansatzes zur Behandlung des Sprecherwechsels vorgeschlagen.

2 Dialogverarbeitung ohne die Berücksichtigung von Diskursverpflichtungen

2.1 Bewertung potentieller Dialogzüge

Theoretische Betrachtungen

Zunächst sollen hier unabhängig von der Dialogplanung die für bewertungsorientierte Dialoge grundlegenden Verfahren zur Bewertung möglicher Dialogzüge kurz erläutert werden; dies geschieht anhand zweier für den Verkäufer wichtiger Züge. Darauf aufbauend kann der Einfluß von Dialogplanung und schließlich von Diskursverpflichtungen verdeutlicht werden.

1. Züge, die Informationen über das Auto präsentieren.
   Aufgrund ihres Hauptzieles (Autoverkauf) wird $\mathcal{S}$ hauptsächlich Züge wählen, die bei $\mathcal{B}$ eine günstige Einschätzung des Autos bewirken.
2. Züge, die $\mathcal{B}$ Informationen über seine Bewertungskriterien und sein Wissen entlocken.
   Mit diesen Informationen kann $\mathcal{S}$ Züge des ersten Types besser auswählen. Die besten Züge des zweiten Types sind diejenigen, die $\mathcal{S}$s Unsicherheit über $\mathcal{B}$ am meisten reduzieren. Die Nützlichkeit eines derartigen Zuges ist i. a. zu Beginn eines Dialoges am größten, da $\mathcal{S}$ dann noch die meisten Gelegenheiten zur Anwendung ihres Wissens hat.

Der Ansatz besteht nun darin, den Nutzen jedes potentiellen Zuges auf einer quantitativen Skala zu bewerten; nur so kann $\mathcal{S}$ z. B. entscheiden, ob es nützlicher ist, $\mathcal{B}$ nach seinem Beruf zu fragen oder nach seinen Hobbys. Die speziellen Methoden, mit denen PRACMA quantitative Bewertungen möglicher Dialogzüge bestimmt, werden in [3] und [4] diskutiert.[3] Der hier wesentliche Aspekt ist, daß die Methoden quantitative Bewertungen des erwarteten Nutzens möglicher Dialogzüge liefern.

Erreichtes Dialogverhalten

Bei der Auswahl von Dialogzügen (bzgl. Sprechakttyp und Inhalt) nur anhand dieser Bewertungen würde $\mathcal{S}$ dazu neigen, $\mathcal{B}$ Fragen zu stellen, die den größtmöglichen Informationsgewinn versprechen (im Sinne einer Unsicherheitsreduktion im Benutzermodell über $\mathcal{B}$). Desweiteren würde $\mathcal{S}$ Aussagen über das Auto machen, die $\mathcal{B}$ den für $\mathcal{S}$ günstigsten Eindruck des Autos geben (d. h. diejenigen mit der größten positiven Bewertungsverschiebung bei $\mathcal{B}$). Ein solches Dialogverhalten berücksichtigt zwar die Ziele von $\mathcal{S}$, dies allerdings nur kurzsichtig und damit über den gesamten Dialogverlauf gesehen i. a. nicht optimal.

2.2 Die Rolle der Dialogplanung bei der Auswahl von Dialogzügen

Theoretische Betrachtungen

Für den Umgang mit nichtkooperativen Situationen ist – wie zuvor erläutert – eine Dialogplanung wichtig, um dem Dialog eine für die eigenen Interessen günstige Ablaufstruktur zu geben, mit der eigene Ziele insgesamt wahrscheinlich besser erreicht werden können.

[3] Die Methoden basieren auf der *Multiattribute Utility Theory* ([7]) und verwenden Bayessche Netze ([5]) zur Verwaltung des hohen Maßes an Unsicherheit und zur Bestimmung des Wertes der von $\mathcal{B}$ erhaltenen Information. Die gleichen Netze werden für die Interpretation der Evidenz in $\mathcal{B}$s Dialogverhalten verwendet.

Realisierung und erreichtes Dialogverhalten

Die Dialogteilnahme wird vom Dialogplaner in Dialogphasen wie z. B. Dialogeröffnung, Akquisition und Informationspräsentation strukturiert. Innerhalb dieser Phasen können verschiedene Dialogstrategien angewendet werden, um die jeweiligen Ziele zu erreichen. Die Strategiewahl ist dabei abhängig von Verhaltenspräferenzen wie z. B. Frageneigung, Beredsamkeit und Kooperativität (Motivationsparameter). Die Strategien geben jeweils Interaktionsschemata kommunikativer Ziele vor; so kann $\mathcal{S}$ in der Präsentationsphase z. B. im Anschluß an das Beantworten einer Frage von $\mathcal{B}$ weitere (positive) Konsequenzen einer in der Antwort enthaltenen Eigenschaft des Auto darlegen, oder sie könnte versuchen, $\mathcal{B}$ eine (bewertende) Reaktion auf ihre Antwort zu entlocken. Zum Erreichen der lokalen kommunikativen Ziele werden jeweils Dialogtaktiken eingesetzt; über die Auswahl und Anwendung einer dieser Taktiken bestimmt der Dialogplaner einen Dialogzug. Dies erfolgt in Interaktion mit dem Modul PDH (Pragmatic Dialog Handler), das neben einer Dialoghistorie eine Agenda der aktuellen Diskursverpflichtungen verwaltet und das Wissen über deren Erzeugung und Verarbeitung besitzt.

In Dialogtaktiken werden Constraints, Mindestanforderungen und Präferenzen spezifiziert, die die mögliche Auswahl eines Dialogzuges durch PDH in Abhängigkeit der aktuellen Diskursverpflichtungen einschränken und die Suche steuern. Diese Anforderungen beziehen sich u. a. auch auf die (thematische) Kohärenz des Dialoges und stellen Mindestanforderungen z. B. bzgl. erwarteter Unsicherheitsreduktion (bei Fragen), Informationswert oder erwarteter Bewertungsverschiebung (bei Aussagen über das Auto). Die konkreten Mindestwerte sind dabei abhängig von Dialogphase, -strategie und -taktik sowie von den Motivationsparametern. So nimmt die Frageneigung z. B. im Verlauf des Dialoges kontinuierlich mit dem für $\mathcal{S}$ möglichen Nutzen neuer Informationen über $\mathcal{B}$ ab; damit werden nicht nur die Anforderungen an die Auswahl einer Frage in der anfänglichen Akquisitionsphase langsam verschärft, sondern z. B. auch für die Nachfrage über $\mathcal{B}$s Bewertung einer von $\mathcal{S}$ beschriebenen Eigenschaft des Autos in der Präsentationsphase.

3 Integration von Diskursverpflichtungen und Dialogplanung

3.1 Theoretische Betrachtungen

Bei einer Dialogverarbeitung, wie sie bislang beschrieben wurde, würde $\mathcal{S}$ zwar die eigenen Ziele berücksichtigen, deren Erreichen könnte aber durch das Verletzen sozialer Konventionen zumindest erschwert werden. Das Berücksichtigen von Diskursverpflichtungen wird dieses Verhalten verbessern; z. B. wird $\mathcal{S}$ dann auf eine allgemeine Aussage von $\mathcal{B}$ über seine Interessen die entsprechenden relevanten Eigenschaften des Autos (wahrscheinlich) erläutern.

Umgekehrt ergäbe sich bei einem ausschließlich an Diskursverpflichtungen orientierten Dialogverhalten ohne den Einfluß einer globaleren Planung ein reaktives Verhalten mit dem Nachteil, daß es die eigenen Ziele der Verkäuferin ebenso außer acht läßt wie deren Bestreben, dem Dialog eine für ihre Interessen insgesamt günstige Ablaufstruktur zu geben. Erst durch die Verknüpfung beider Ansätze wird ein bzgl. Eigeninteresse und Einhaltung sozialer Normen ausgewogenes Verhalten erreicht.

3.2 Realisierung der Integration

Einfluß von Diskursverpflichtungen auf die Bewertung von Zügen

In das in Abschnitt 2.1 skizzierte Bewertungsschema für potentielle Dialogzüge wird nun ihr jeweiliger Einfluß auf die Verpflichtungen integriert, also z. B. inwieweit Verpflichtungen (in Abhängigkeit ihrer Verbindlichkeit) erfüllt werden. Ebenso geht eine Abschätzung der Kosten und erwarteten Nutzen derjenigen Verpflichtungen ein, die $\mathcal{S}$ durch einen Dialogzug neu erzeugt (für $\mathcal{B}$ oder sich selbst). Die Details hierzu werden später beschrieben; zunächst ist hier jedoch nur wichtig, daß die Integration in ein Bewertungsschema die Vergleichbarkeit sehr unterschiedlicher Dialogzüge auf Basis eines (erwarteten) Netto-Nutzenwertes ermöglicht.

Die Auswahl von Dialogzügen allein auf dieser Basis wäre aufgrund des enormen Suchraumes jedoch ineffizient. Selbst das Wissen darüber, welche Sprechakttypen bestimmte Verpflichtungen erfüllen können, genügt i. a. nicht, um dieses Problem zu lösen. Doch durch die Einbettung dieses Ansatzes in das Bewertungsschema und die darauf aufsetzende Dialogplanung mit ihren weiteren Randbedingungen wird das Gesamtverfahren handhabbar. Auch kann so durch das Berücksichtigen von Trade-Offs z. B. besser mit Situationen mit widersprüchlichen Diskursverpflichtungen umgegangen werden.

3.3 Verarbeitung von Diskursverpflichtungen

Theoretische Betrachtungen

Zunächst soll das Konzept einer *Diskursverpflichtung* als abstrakte Einheit definiert werden.[4] Sie hat u. a. die folgenden Eigenschaften:

1. die Art von Dialogzügen, zu denen $\mathcal{S}$ verpflichtet werden soll;
2. die Höhe der Strafe für das Nichterfüllen der Verpflichtung durch $\mathcal{S}$.

Das Konzept einer *Strafe* wird verwendet aufgrund der Analogie mit Alltagssituationen, in denen eine Person mit konkreten Sanktionen bedroht wird, falls sie bestimmte Verpflichtungen nicht erfüllt (z. B. das Zurückgeben eines Buches in der Bibliothek bis zu einem festen Termin). Im Kontext eines Dialoges sind die negativen Konsequenzen des Nichterfüllens von Diskursverpflichtungen natürlich viel weniger faßbar oder meßbar; sie schließen Konsequenzen wie Irritationen und negative Bewertungen auf Seiten des Dialogpartners ein, ebenso wie das Unbehagen, das Menschen häufig spüren, wenn sie deutlich von allgemein akzeptierten Konventionen abweichen. All diese negativen Konsequenzen werden aus Gründen der Einfachheit der Darstellung nachfolgend zu einer einzigen Strafsumme zusammengefaßt.

Die Tatsache, daß solche Strafen deutlich in der Höhe differieren können, wird klar beim Vergleich von Dialogzügen, die grundsätzlich die gleichen Verpflichtungen erzeugen, jedoch mit einem unterschiedlichen Grad der Verbindlichkeit, z. B. die beiden folgen Züge:

- ▹ $\mathcal{B}$: *Der Treibstoffverbrauch ist ein wichtiges Kriterium.*
- ▹ $\mathcal{B}'$: *Wie hoch ist der Treibstoffverbrauch dieses Autos?*

In jedem der beiden Fälle wird $\mathcal{S}$, falls sie mit einer Äußerung ganz ohne Bezug zum Treibstoffverbrauch antwortet, eine von $\mathcal{B}$s Äußerung erzeugte Verpflichtung verletzen; aber die Verletzung ist im

[4] Dies geschieht hier anhand der Verpflichtungen für $\mathcal{S}$, die von $\mathcal{B}$s oder auch von $\mathcal{S}$s eigenen Dialogzügen stammen können; für $\mathcal{B}$s Verpflichtungen gilt entsprechendes.

zweiten Fall beträchtlich ernsthafter und wird mit einer höheren Strafe verbunden.

$\mathcal{S}$ braucht also Wissen über die von verschiedenen Dialogzügen erzeugten Verpflichtungen, und dieses Wissen muß $\mathcal{S}$ nach jeder Äußerung anwenden, um evtl. neu entstandene Verpflichtungen zu berücksichtigen. Ebenso wichtig ist es für $\mathcal{S}$ zu wissen, welche Bedingungen ein potentieller Dialogzug erfüllen muß, um eine bestehende Verpflichtung zu erfüllen.

Diskursverpflichtungen spielen demzufolge eine wichtige Rolle bei der Bestimmung von Dialogzügen: Bei der Auswahl einer Äußerung unter einer Verpflichtung $\mathcal{V}$ sollte $\mathcal{S}$ nicht nur den erwarteten Nutzen jedes möglichen Zuges $\mathcal{Z}$ berücksichtigen, sondern ebenso auch, ob $\mathcal{Z}$ $\mathcal{V}$ erfüllt oder zurückweist. Im letzteren Fall sollte die Verletzung von $\mathcal{V}$ als Nachteil von $\mathcal{Z}$ angesehen werden, dessen Gewicht von der Höhe der mit $\mathcal{V}$ verbundenen Strafe abhängt.

Realisierung im System

Verwendete Konzepte Es wird eine Anzahl von verschiedenen Typen von *Dialogzügen* unterschieden; einige davon findet man in den Randspalten von Abb. 1. Die meisten Zugtypen sind domänenabhängig; dies beruht darauf, daß auf der hier betrachteten pragmatischen Ebene die Funktion einer Äußerung – wie z. B. "Ich bin besonders an Sicherheit interessiert." – z. T. spezifisch für die Art des bewertungsorientierten Dialoges ist. Die konkreten Instantiierungen von Dialogzügen enthalten alle wichtigen Informationen über eine Äußerung (u. a. Sprecher, Inhalt, Formulierungsart).

Das zweite wesentliche Konzept ist das der *(Diskurs-)Verpflichtung*; einige ihrer Untertypen sind in der Mittelspalte von Abb. 1 zu sehen. Jeder Untertyp entspricht einer bestimmten Art von Verpflichtung. Die Haupteigenschaften jeder Instanz $\mathcal{V}$ eines Untertypes sind die folgenden:

1. der $\mathcal{V}$ erzeugende Dialogzug; dessen Inhalt bestimmt denjenigen von $\mathcal{V}$ wesentlich mit;
2. der aktuelle *Zustand* von $\mathcal{V}$; mögliche Werte sind dabei Fresh, Fulfilled, Rejected, Accepted, Possibly Accepted und Delayed (ihre genaue Bedeutung wird später erläutert);
3. die *Gesamtstrafe* für das Nichterfüllen von $\mathcal{V}$;
4. die *Verfalldauer* als Anzahl der Dialogzüge, in denen $\mathcal{V}$ erfüllt werden kann.

Erzeugen und Aktualisieren von Verpflichtungen Das Wissen von $\mathcal{S}$ über das Entstehen von Verpflichtungen durch Dialogzüge wird in Form von Regeln repräsentiert (ähnlich wie bei [6]). Solche Regeln bestimmen für jeden Zugtyp, welche Verpflichtungen mit welcher Strafe und Verfalldauer ein entsprechender konkreter Dialogzug erzeugt; einige Beispiele solcher Regeln sind im linken Teil von Abb. 1 durch Pfeile dargestellt. Dabei deuten die Zahlen in Klammern über den Pfeilen die Kontextabhängigkeit der Strafen an: Es muß unterschieden werden zwischen spontanen Dialogzügen und nicht-spontanen; letztere können Verpflichtungen anderen (i. a. schwächeren) Charakters erzeugen, da sie selbst als Reaktion auf eine vorangehende Verpflichtung interpretiert werden können. Die beiden obersten Regeln geben die relativ domänenunabhängigen Verpflichtungen wieder, auf Begrüßung bzw. namentliche Vorstellung mit einer entsprechenden Äußerung zu antworten. Die nächsten beiden Regeln erzeugen Verpflichtungen für den Wagenverkäufer: Eine Frage über das Auto (z. B. "Wie hoch ist der Treibstoffverbrauch?") erzeugt eine starke Verpflichtung zu einer entsprechenden beschreibenden Aussage (Describe Object); eine Interessensbekundung (Expression of Interest) wie "Sicherheit ist mir wichtig." kreiert eine schwächere Verpflichtung des gleichen Types. Die nächste Regel illustriert, wie $\mathcal{S}$ sich mit einer Versprechung selbst eine Verpflichtung schaffen kann (z. B. mit "Ich werde Ihnen etwas über ... erzählen."). Die einfachste Art zu repräsentieren, wie eine bestimmte Verpflichtung

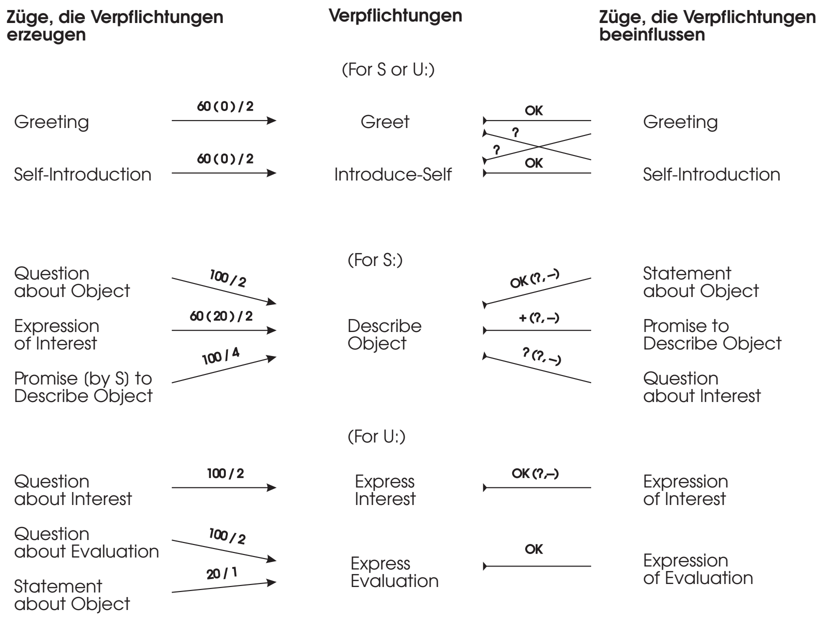

Abbildung 1: Schema der Erzeugung und Verarbeitung von Diskursverpflichtungen.

Die Pfeile auf der linken Seite stellen jeweils die Erzeugung einer Verpflichtung des spezifizierten Types durch einen Dialogzug des angegebenen Types dar; in der Notation 's / d' bedeutet 's' die mit der Verpflichtung verbundene Gesamtstrafe und 'd' die Länge ihrer Verfalldauer (in Zügen); in 's_1 (s_2) / d' ist 's_2' die Strafe für die nicht-spontane Erzeugung der Verpflichtung. Die Pfeile auf der rechten Seite der Abbildung bedeuten, daß ein Zug des rechts spezifizierten Types den Zustand der angegebenen Verpflichtung ändert in einen der über dem Pfeil notierten Zustände (OK '=' Fulfilled, '+' '=' Accepted, ? '=' Possibly Accepted, '-' '=' Rejected). Ist mehr als ein Status angegeben, so gilt der erste für Fälle, in denen der Inhalt des Zuges direkt relevant für den der Verpflichtung ist; die beiden in Klammern gelten (ggf.), falls der Zug nur teilweise bzw. nicht relevant ist. Alle Züge, deren Typ nicht derart mit einer Verpflichtung verbunden ist, ändern deren Zustand in Rejected (obgleich dies zu Delayed geändert werden kann, wie im Text erörtert wird).

erfüllt werden kann, wäre eine Auflistung aller Charakterisierungen der sie erfüllenden Dialogzüge (vgl. z. B. [6]). Stattdessen wird hier für jeden Verpflichtungstyp $\mathcal{V}$ und jeden Zugtyp $\mathcal{Z}$ eine Methode eingeführt, die den Effekt einer Instanz von $\mathcal{Z}$ auf den Zustand (und andere Eigenschaften) einer gegebenen Instanz von $\mathcal{V}$ beschreibt. So bedeutet auf der rechten Seite von Abb. 1 jeder Pfeil mit der Markierung "OK", daß ein Zug des angegebenen Types den Zustand einer Verpflichtung des spezifizierten Types auf Fulfilled ändert. Solche Änderungen sind i. a. von weiteren Bedingungen abhängig; z. B. kann eine Aussage über ein Objekt eine Verpflichtung $\mathcal{V}$ des Types Describe Object nur erfüllen, falls der Zug inhaltlich relevant ist zum Thema des Zuges, der $\mathcal{V}$ erzeugt hat. Da dies im folgenden Beispiel nicht der Fall ist, wird der Zustand hier auf Rejected gesetzt:

▹ *$\mathcal{B}$: Hat das Auto Weißwandreifen?*
▹ *$\mathcal{S}$: Das Auto hat eine Klimaanlage.*

Konsequenzen für die Bewertung von Dialogzügen Bei der Bewertung potentieller Dialogzüge müssen neben ihrem erwarteten Nutzen auch die Strafen berücksichtigt werden, die für die jeweils anderen, nicht erfüllten Verpflichtungen anfallen. Durch die quantitative Differenzierung zwischen verschiedenen Strafen für Verpflichtungen und verschiedenen Nutzen für Züge wird $\mathcal{S}$ manchmal Verpflichtungen mit relativ niedriger Strafe ignorieren zugunsten eines mit diesen inkonsistenten, aber besonders nützlichen Dialogzuges.

3.4 Komplexere Verarbeitung von Diskursverpflichtungen

Nicht alle Diskursverpflichtungen werden unbedingt direkt erfüllt oder abgewiesen. Falls sie eine längere Verfalldauer haben, so können $\mathcal{S}$s zwischenzeitliche Äußerungen ihre Zustände verändern.

Theoretische Betrachtungen

Verfalldauer von Verpflichtungen Die Zeitspanne zum Erfüllen von Verpflichtungen ist stark von der Art des Dialoges abhängig. In einem Zeugenverhör sollte der Befragte z. B. direkt antworten, während in einem lockeren Alltagsgespräch eine längere Zeitspanne für eine Antwort bleibt.

Die Annahme einer Verfalldauer für Diskursverpflichtungen basiert auf folgenden allgemeinen Überlegungen (zur Verdeutlichung jedoch erläutert mit Bezug auf $\mathcal{S}$ und $\mathcal{B}$):

1. Das Erfüllen einer Verpflichtung durch $\mathcal{S}$ ist für $\mathcal{B}$ oft nur innerhalb einer bestimmten Zeitspanne nützlich.
   Falls $\mathcal{B}$ beispielsweise eine Frage stellt, so wird er sein folgendes Dialogverhalten erst auf Basis der Antwort bestimmen wollen.
2. Die Ressourcenbeschränkungen in Alltagsdialogen erschweren den Dialogteilnehmern i. a. den Umgang mit umfangreichen Listen von noch zu erfüllenden Verpflichtungen.

Zwischenzustände von Verpflichtungen Vor dem Ablauf der Verfalldauer kann ein Zug $\mathcal{Z}$ von $\mathcal{S}$ eine der folgenden Wirkungen auf eine Verpflichtung $\mathcal{V}$ haben (vgl. mit den Beispielen rechts in Abb. 1):

1. $\mathcal{Z}$ kann $\mathcal{B}$ anzeigen, daß $\mathcal{S}$ $\mathcal{V}$ erfüllen will, obgleich dies noch nicht geschehen ist.
   Ein explizites Beispiel dafür ist $\mathcal{S}$s Versprechen, $\mathcal{V}$ zu erfüllen. Da $\mathcal{S}$ evtl. $\mathcal{V}$ doch nicht erfüllen wird, sollte dieser Fall anders behandelt werden als ein direktes Erfüllen. Andererseits zahlt $\mathcal{S}$ vorerst eine geringere Strafe als für das Abweisen der Verpflichtung; diese Teilstrafe sollte proportional zur Gesamtstrafe und umgekehrt proportional zur Länge der Verfalldauer sein.
2. $\mathcal{Z}$ kann es für $\mathcal{B}$ offen lassen, ob $\mathcal{S}$ $\mathcal{V}$ vor dem Verfallen erfüllen wird.
   Ein Beispiel dafür gibt der folgende Dialogausschnitt:
   - ▷ $\mathcal{B}$: *Der Treibstoffverbrauch ist ein wichtiges Kriterium.*
   - ▷ $\mathcal{S}$: *Das Auto hat einen starken Motor.*

   Im Gegensatz zu einer Aussage über die Audio-Anlage des Autos läßt obige Reaktion offen, ob $\mathcal{S}$ noch etwas zum Treibstoffverbrauch sagen wird, da sie eine thematisch verwandte Aussage getroffen hat. Trotzdem sollte $\mathcal{S}$ für ein solches Verhalten, die Verpflichtung nicht direkt zu erfüllen und $\mathcal{B}$ im unklaren zu lassen, eine gewisse Strafe in Kauf nehmen müssen.
3. Falls neben $\mathcal{V}$ jedoch noch eine weitere Verpflichtung $\mathcal{V}'$ existiert, so könnte $\mathcal{Z}$ diese statt $\mathcal{V}$ erfüllen.
   Hier ein Beispiel einer solchen Situation:
   - ▷ $\mathcal{B}$: *Zuverlässigkeit ist mir am wichtigsten.*
   - ▷ $\mathcal{S}$: *Ich werde Ihnen etwas über die Zuverlässigkeit erzählen.*
   - ▷ $\mathcal{B}$: *Hat das Auto Weißwandreifen?*
   - ▷ $\mathcal{S}$: *Es hat keine Weißwandreifen.*

   An der Stelle, wenn $\mathcal{S}$ ihren zweiten Dialogzug auswählt, hat sie zwei Verpflichtungen, die über die Zuverlässigkeit und diejenige über die Weißwandreifen etwas zu sagen. Sie erfüllt anschließend nur die zweite Verpflichtung. Dies ist jedoch nicht als Zurückweisen der anderen Verpflichtung zu sehen, und demzufolge sollte $\mathcal{S}$ dafür auch keine Strafe zahlen müssen, da die erfüllte Verpflichtung dies entschuldigt.

Realisierung im System

Den verschiedenen Verpflichtungen werden bestimmte Verfalldauern zugeordnet; diese hängen auch davon ab, durch welchen Typ von Dialogzug eine Verpflichtung erzeugt wird (vgl. Abb. 1).

Den im vorherigen Abschnitt erläuterten drei Fällen entsprechen die Zwischenzustände Accepted, Possibly Accepted und Delayed. Während erfüllte oder zurückgewiesene Verpflichtungen aus der Agenda von $\mathcal{S}$s Verpflichtungen herausfallen, bleiben solche mit einem Zwischenzustand bis zum Ablauf ihrer Verfalldauer erhalten. Die Konsequenzen dieser Zustände unterscheiden sich hauptsächlich in der Höhe der Strafe für einen Dialogzug, der eine Verpflichtung in den jeweiligen Zustand versetzt. Die folgende Realisierung dieses Aspektes wird als erster Ansatz dazu verwendet:

1. Falls ein Zug $\mathcal{Z}$ den Status zu Possibly Accepted verändert, so fällt für $\mathcal{S}$ die Strafe pro Zug an, d. h. der Anteil jedes Zuges über die Verfalldauer an der Gesamtstrafe.
   Auf diese Art ergibt für den Fall des letztendlichen Nichterfüllens der Verpflichtung die gleiche Gesamtstrafe wie beim direkten Zurückweisen.
2. Falls $\mathcal{Z}$ den Status zu Accepted ändert, so wird die Hälfte der Strafe pro Zug fällig.
   Wie schon oben angedeutet, sollte $\mathcal{S}$ hier eine geringere Strafe als im ersten Fall zahlen. $\mathcal{S}$ kann jedoch nicht einfach einer Verpflichtung entgehen, indem sie ihr Versprechen zur Erfüllung nicht einlöst, denn dieses erzeugt wiederum eine ähnliche Verpflichtung wie die ursprüngliche. (Eine Motivation eines solchen Dialogzuges wird im nächsten Abschnitt gegeben.)
3. Falls $\mathcal{Z}$ eine alternative Verpflichtung $\mathcal{V}'$ erfüllt und den Zustand von $\mathcal{V}$ daher zu Delayed ändert, so zahlt $\mathcal{S}$ keine Strafe – vorausgesetzt, $\mathcal{V}'$ war verbindlicher als $\mathcal{V}$, d. h. falls die Strafe pro Zug für $\mathcal{V}'$ höher als für $\mathcal{V}$ war; andernfalls fällt die fällt die Differenz der beiden Strafen pro Zug an.
   Das Erfüllen einer Verpflichtung entschuldigt hier das Nichterfüllen einer anderen, solange die andere nicht wichtiger ist.

Erreichtes Dialogverhalten

Wenn zwei Verpflichtungen mit ähnlicher Strafe pro Zug existieren, dann kann $\mathcal{S}$ einen Dialogzug wählen, der eine der beiden erfüllt, ohne eine Strafe in Kauf zu nehmen. Die Wahl kann somit nach dem erwarteten Nutzen für $\mathcal{S}$ erfolgen. Im Fall einer einzigen Verpflichtung kann $\mathcal{S}$, falls ihr die Züge für deren Erfüllung für die eigenen Interessen ungünstig erscheinen, statt diese Verpflichtung zurückzuweisen einen Zug wählen, der ihr den Zustand Accepted oder Possibly Accepted gibt. Bei Glück für $\mathcal{S}$ könnte $\mathcal{B}$ nun weitere Verpflichtungen für $\mathcal{S}$ erzeugen, so daß sie evtl. die erste Verpflichtung bis zu ihrem Verfall meiden kann, ohne die volle Strafe des Zurückweisen zu zahlen.

4 Ausblick

In den vorgestellten Ansatz zur Dialogverarbeitung läßt sich eine flexible Behandlung des Sprecherwechsels integrieren. Durch das Einführen eines Dialogzugtypes Release Turn und einer Dialogtaktik für dessen Auswahl kann die Entscheidung, ob das Wort abgegeben oder behalten werden soll, dynamisch gestaltet werden in Abhängigkeit der aktuellen Verpflichtungen und Bewertungen. Der Netto-Nutzen der Wortabgabe kann so vor der Suche nach anderen anwendbaren Taktiken bestimmt werden und nachfolgend als Mindestanforderung für alternative Dialogzüge dienen. Wird kein besserer Zug gefunden, so erhält der Dialogpartner die Möglichkeit zu einem Dialogzug. Eine detaillierte Darstellung dieses Ansatzes wird zusammen mit weiteren Ergebnissen im Abschlußbericht[5] des Projektes PRACMA zu finden sein.

Literatur

[1] James F. **Allen**, Lenhart K. **Schubert**, George **Ferguson**, Peter **Heeman**, Chung Hee **Hwang**, Tsuneaki **Kato**, Marc **Light**, Nathaniel G. **Martin**, Bradford W. **Miller**, Massimo **Poesio** und David R. **Traum**. *The TRAINS Project: A Case Study in Building a Conversational Planning Agent*. Journal of Experimental and Theoretical AI, 1995.

[2] Anthony **Jameson**. *Müssen Dialogsysteme immer objektiv sein? Fragen wir sie selbst!* Künstliche Intelligenz, 7(2):75–81, 1993.

[3] Anthony **Jameson**, Bernhard **Kipper**, Alassane **Ndiaye**, Ralph **Schäfer**, Joep **Simons**, Thomas **Weis** und Detlev **Zimmermann**. *Cooperating to Be Noncooperative: The Dialog System PRACMA*. In: Bernhard Nebel und Leonie Dreschler-Fischer (Hrsg.), KI-94: Advances in artificial intelligence, pp. 106–117. Berlin: Springer, 1994. Von `http://zaphod.cs.uni-sb.de/KI/` erhältlich.

[4] Anthony **Jameson**, Ralph **Schäfer**, Joep **Simons** und Thomas **Weis**. *Adaptive Provision of Evaluation-Oriented Information: Tasks and Techniques*. In: Chris S. Mellish (Hrsg.), Proceedings of the Fourtheenth International Joint Conference on Artificial Intelligence, pp. 1886–1893. San Mateo, CA: Morgan Kaufmann, 1995. Von `http://zaphod.cs.uni-sb.de/KI/` erhältlich.

[5] Judea **Pearl**. *Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems: Networks of Plausible Inference*. San Mateo, CA: Morgan Kaufmann, 1988.

[6] David R. **Traum** und James F. **Allen**. *Discourse Obligations in Dialogue Processing*. In: Proceedings of the Thirty-Third Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, pp. 1–8, Las Cruces, NM, 1994.

[7] Detlof **von Winterfeldt** und Ward **Edwards**. *Decision Analysis and Behavioral Research*. Cambridge, England: Cambridge University Press, 1986.

[8] Thomas **Weis**. *VIPER: Ein verteilter inkrementeller Dialogplaner für eine Multi-Agenten-Umgebung*. Master's thesis, Fachbereich Informatik, Universität des Saarlandes, 1994.

[5] Dieser Bericht wird unter `http://zaphod.cs.uni-sb.de/KI/` erhältlich sein.