ショートノート

ファジィ量限定子を含む言語命題の 推論結果に対する真理値限定子の 限定による影響[†]

岡本 渉^{*1} 田野 俊一^{*2} 岩谷 敏治^{*3} 井上 敦^{*4}

本論文においては、真理値限定された、ファジィ量限定子を含む自然言語命題に対する推論結果において、真理値限定子の限定による影響について述べる。我々は以前、 τ を単調かつ単射な関数形の真理値限定子(true, false,...)として、命題 Many tall men are heavy is τ に対し、同等の意味を有す変形した命題 Most tall men are more or less heavy is τ をファジィ推論により導出する方法を提案した。本論文においては、真理値限定されたファジィ集合に対し、新たに重み属性を付加する提案を行い、本提案による、上記推論結果に対する影響について論じる。本論文での議論により、例えば Many tall men are heavy is τ をファジィ推論により変形して Q' tall men are more or less heavy is τ を導出した時、 $\tau=\text{true}$ で限定した場合に $Q'=\text{most}$ 、 $\tau=\text{very true}$ で限定した場合に $Q'=\text{almost all}$ を導出可能であり、真理値限定子から受ける影響により、異なった推論結果を得る可能性が存在することを述べる。

キーワード：自然言語、ファジィ推論、ファジィ量限定子、真理値限定子、修飾子

1. はじめに

我々は、意味のあいまいな言葉を含む、自然言語による対話システムを構成するため、ファジィ理論により意味のあいまいさを扱う方法の研究を行ってきた[6-9]。

ファジィ理論を用いて、自然言語の意味に含まれるあいまいさを扱った試みとして、最も体系だったものとしてはL.A. Zadehの研究がある。Zadehは、意味のあいまいな自然言語命題を、ファジィ述語を修飾した命題、ファジィ命題の結合から成る命題、ファジィ量限定子を含む命題とファジィ質限定子を含む命題の4個のタイプに分類し、可能性理論に基づいた方法により評価方法を提案している[1-3]。上記4種の命題のうち、ファジィ述語を修飾した命題、ファジィ命題の

結合から成る命題の取扱い方法は示されているが、残りの2つは明確なアルゴリズムが存在せず、全仕様をシステム化した報告もない[4]。

我々は、既にファジィ量限定子及び真理値限定子を含む自然言語命題の推論方法を提案し論じたが、真理値限定子のファジィ集合を限定した場合の推論結果への影響については論じなかった[9]。本論文の目的は、真理値限定子のファジィ集合を限定した際、上記推論結果に対する影響について論じることである。

以下、2章において我々の提案している、ファジィ量限定子及び真理値限定子を含む命題に対する推論方法の概要について述べる。3章では、真理値限定子のファジィ集合を限定した場合の、真理値限定されたファジィ集合への影響につき論じる。さらに、上記自然言語命題の推論結果に対する影響について具体的に述べ、4章にてまとめる。

2. 真理値限定された命題の推論方法について

本章では、真理値限定された命題に対し、我々が提案している推論方法の概要を述べる[6-9]。

次の推論を考える。

$$QA \text{ are } F \text{ is } \tau \Rightarrow Q'A \text{ are } mF \text{ is } \tau \quad (1)$$

ここで、記法はZadehに従って以下のものを使用する[1]。

Q, Q' : ファジィ量限定子
 A : ファジィ主語

[†] An Effect by Qualification of Truth-Qualifiers on Inference Results for Natural Language Propositions Involving Fuzzy Quantifiers

Wataru OKAMOTO, Shun'ichi TANO, Toshiharu IWATANI and Atsushi INOUE

^{*1} 日本電気(株) マイコン事業部

NEC Corporation. Microcomputer Division

^{*2} 電気通信大学 大学院情報システム学研究科

Graduate School of Information Systems, University of Electro-Communications

^{*3} 神戸製鋼所 生産技術研究所

Kobe Steel, Ltd. Process Technology Research Laboratory

^{*4} 米国シンシナティ大学 情報科学科

Department of Electrical Engineering and Computer Science, University of Cincinnati

m : 修飾子
 F : ファジィ述語
 τ : 真理値限定子

また、 m はべき数 ($m=2, 1/2, \dots$) としても修飾子 (very, more or less,...) としても使用する。

次に、我々の提案している推論方法の概要を述べる。 m の値及び Q のメンバーシップ関数は与えられており、 τ のメンバーシップ関数は単調非減少で単射とし、推論 (1) において Q' を求める方法を示す。

ファジィ集合 A および F のグレード値に対し N 組のデータベースが存在すると仮定し、各組のグレード値を

$$\mu_A(i) = A_i, \mu_F(i) = F_i (i=1, \dots, N)$$

として、

$$A = \sum_{i=1}^N A_i$$

とおく。可能性理論により、推論 (1) の両辺の可能性値は以下のように与えられる。

“ QA are F is τ ” の可能性値：

$$\mu_\tau\left(\mu_Q\left(\frac{1}{A}\sum_{i=1}^N A_i F_i\right)\right)$$

“ $Q'A$ are mF is τ ” の可能性値：

$$\mu_\tau\left(\mu_{Q'}\left(\frac{1}{A}\sum_{i=1}^N A_i F_i^m\right)\right)$$

推論によって命題の意味は変化しないから、可能性理論により、命題の可能性値に対し、次の等式が成立する。

$$\begin{aligned} \mu_\tau\left(\mu_Q\left(\frac{1}{A}\sum_{i=1}^N A_i F_i\right)\right) \\ = \mu_\tau\left(\mu_{Q'}\left(\frac{1}{A}\sum_{i=1}^N A_i F_i\right)\right) \end{aligned}$$

ここで、 τ は単調かつ単射なため、推論結果は下式に与えられる。

$$\mu_{Q'}(x) = \mu_Q\left(\frac{1}{A}\sum_{i=1}^N A_i F_i\right)$$

ただし、以下の条件の下で考える。

$$x = \frac{1}{A}\sum_{i=1}^N A_i F_i^m, m > 0, N > 1, 1 < n \leq N \quad (2)$$

$$1 \geq A_1 = \dots = A_n \geq A_{n+1}, A_{n+2}, \dots, A_N \geq 0 \quad (3)$$

$$1 \geq F_1 = \dots = F_n \geq F_{n+1}, F_{n+2}, \dots, F_N \geq 0 \quad (4)$$

$$n/N \geq r \quad (5)$$

条件 (3), (4), (5) は、 τ による真理値限定に基づく制約である [5, 9]。

ここで式 (2) において、 $0 \leq x \leq 1$ を満たす、与えられた x の値に対応して、様々な $A_i, F_i (i=1, \dots, N)$ のペアが存在し、各々のペアに対応して様々な Q' の値が存在する。

従って、 Q' の値は一意に決まらない。

我々は以下の理由から、推論結果 Q' として極値 (最大値または最小値) を採用することを提案している [6, 8, 9]。

(1) 直観に一致する

(2) 推論の解が一意に決まる

推論結果は修飾子 m 、ファジィ量限定子 Q を以下に示すように場合分けして合計 4 種類存在する。

$$\begin{aligned} m & \begin{cases} 0 < m < 1 (\text{dilation ; more or less, } \dots) \\ m > 1 (\text{concentration ; very, } \dots) \end{cases} \\ Q & \begin{cases} \text{monotone nondecreasing (most, many, } \dots) \\ \text{monotone nonincreasing (few, little, } \dots) \end{cases} \end{aligned}$$

Q' の関数形の特徴を、 Q の関数形及び m の値に従って、表 1 にまとめておく。表 1 には、上から順に“対応する場合”、“ Q' が Q へどのような作用を及ぼして得られるか”、“ Q' を求める際の極値の種類”を示す。なお Q' の関数式は全て $\mu_Q(m\sqrt{x})$ にて与えられる。

以上、我々の提案している推論方法及び推論結果の概要を述べた。

表1 推論結果の特徴

$Q \backslash m$	$m > 1$ (very,...)	$0 < m < 1$ (more or less,...)
単調非減少 (most,...)	(場合 1) 拡大化 MAX	(場合 2) 集中化 MIN
単調非増加 (few,...)	(場合 3) 集中化 MIN	(場合 4) 拡大化 MAX

3. 真理値限定子の限定による影響について

本章においては、我々の提案する、真理値ファジィ集合に対する付加解釈について論じ、それに基づき真理値限定されたファジィ集合に対する影響について論じる。さらに推論 (1) において真理値限定子 τ を限定した場合の、推論結果 Q' に対する影響につき論じる。

3.1 真理値ファジィ集合の付加解釈について

真理値ファジィ集合 (true, very true, more or less true,...) は、言語命題の真理値限定に使用されている。例えば、“ X is tall is very true” といった述語命題の場合、変数 X の身長と tall のメンバーシップ関数が与えられれば、ファジィ集合 tall を X の身長の可能性分布と考えることができる。 $X = \text{Tom}$ で、Tom の身長が 180 cm の場合、 $\text{tall}(180 \text{ cm}) = \sqrt{0.8}$ なら、命題

図1 真理値ファジィ集合

“Tom is tall is very true” の可能性値は 0.8 となる (true のメンバーシップ関数として unitary_true を選択した場合)。

true, very true, more or less true のメンバーシップ関数を図 1 に示す。

以上が、通常の真理値ファジィ集合の意味であるが、我々はここでさらに付加解釈を提案する [7]。

真理値ファジィ集合により限定された命題のファジィ集合に対しては、真理値ファジィ集合のグレード値に等しい重み (Weight) を新たに属性として割り当てるべきである。

例えば、上記命題で考えると、very true で限定されているので、ファジィ集合 tall に対し重みを付加する。これは、間接的に、その真理値を与えるデータセットに対しヒストグラムを与える提案と考えることもできる。

すなわち、図 4 に示すように、真理値 $\sqrt{0.5}$ を与える、真理値限定された命題のファジィ集合におけるデータセット (Data set 1) に対し 0.5、真理値 1.0 を与える命題のファジィ集合のデータセット (Data set 2) に対し 1.0 のヒストグラムが与えられていると考えることもできる。true と very true に対する重みを図 2 及び 4 に各々示す。

また、true, very true で限定されたファジィ集合 tall に対し、新たに重み属性を z 軸上に付加したものを、図 3, 5 に示す。

図 3, 5 から分かるように、very true で限定された tall の方が、重みは身長の大きな方に片寄っている。これは、very true で限定された場合の方が、より身長の大きな場合をより重視することを示す。

以上述べたように、従来のグレードに加え、重み属性を付加したファジィ集合を、真理値限定されたファジィ集合として提案することとする。

3.2 真理値限定子の修飾による変形への影響

3.1 節で述べたように、真理値限定された命題に対しては真理値ファジィ集合のグレード値に等しい重みが付加されている。従って、推論 (1) においても、推論

図2 ファジィ集合 true による重み (Weight)

図3 trueで限定した tall のファジィ集合

図4 ファジィ集合 very true による重み (Weight)

図5 very trueで限定した tall のファジィ集合

結果に対し、その影響を盛り込む必要がある。以下、詳細を述べる。

3.2.1 推論結果への影響

前節において述べたように、我々は真理値限定されたファジィ集合に対し、真理値ファジィ集合のグレード値に等しい重みを属性として加えることを提案した。この提案に従うと、推論結果である Q' のメンバーシップ関数に対しては、グレードに加え、図 6, 8 の z 軸上の値で示される重み値が付加されることとなる。

ここで、重みの大きさは Q' のメンバーシップ関数の曲線の高さで表現している。図 6 と図 8 を比較すると容易に分かるように、true で限定された命題の推論結果より、very true で限定された命題の推論結果の方が重みが x 軸の右側(プロポーションの大きい方)に片よっていることが分かる。これは、修飾子 very により真理値ファジィ集合 true が集中化されたため、推論結果に対して、より大きな真理値を与える場合をより重視する影響を及ぼすことを示す。

我々は、これを真理値限定された命題の推論結果に対する、真理値限定子の限定による影響と考えることとする。

従来の重み属性なしの推論結果を、図 7, 9 に示す。

3.2.2 推論結果への影響の計算

本節においては、3.2.1 節で述べた、重み付きの推論結果 Q' を言語ラベルに近似変換した時、真理値限定子により変換結果が異なる可能性が存在し、その場合直観に一致することを示す。前節で述べたように、我々は真理値ファジィ集合の限定に際し、真理値限定されたファジィ集合に対し、真理値ファジィ集合のグレード値に等しい重みを与えることを提案した。前節では、推論結果に対し、図 6, 8 の曲線の z 軸上の高さで示す、重み値を与えることにより影響を盛り込んだ。

従って、重み属性付き推論結果 Q' の、言語ラベルへの近似変換は、重み属性値に従った重み付きマッチング計算により行うことができる。

以下、推論結果 Q' の言語表現を求めるが、命題を限定している真理値ファジィ集合のグレード値が 0.5 以下の部分は近似的に無視して扱うことにより、簡略化した重み付きマッチング計算を行う。

これは、図 7, 9 で示したように、矢印で示した範囲の部分のみ推論結果として使用することを意味する。

このとき、次の命題

Many tall men are heavy is τ

に対し以下の推論を行い、真理値限定子 τ を true, very true に限定した場合において、推論結果 Q' に対し、言語ラベルを近似的に求めることを考える。

図6 trueで限定した場合の重み付き推論結果

図7 trueで限定した場合の従来の推論結果

図8 very trueで限定した場合の重み付き推論結果

図9 very trueで限定した場合の従来の推論結果

(1) $\tau = \text{true}$ の場合

Many tall men are heavy is true

$\Rightarrow Q'$ tall men are more or less heavy is true

(2) $\tau = \text{very true}$ の場合

Many tall men are heavy is very true

$\Rightarrow Q'$ tall men are more or less heavy
is very true

ここで、以下の設定を行う。

$$\mu_{\text{MOST}} = (\mu_{\text{MANY}})^{2.5}$$

$$\mu_{\text{ALMOST_ALL}} = (\mu_{\text{MANY}})^6$$

また、many のメンバーシップ関数は以下に示す釣鐘型のものを使用する(図 7, 9 参照)。

$$\exp[(\log 0.5)(x-1)^2/0.05]$$

この時、 Q' , almost all, most のメンバーシップ関数の逆関数は下式にて与えられる。

$$\begin{aligned}\mu_{Q'}^{-1}(x) &= f(x) \\ &= \sqrt{1 - \sqrt{0.05} \log(x)/\log 0.5}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_{\text{MOST}}^{-1}(x) &= f_1(x) \\ &= 1 - \sqrt{0.05}(\log x^{1/2.5})/\log 0.5\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\mu_{\text{ALMOST_ALL}}^{-1}(x) &= f_2(x) \\ &= 1 - \sqrt{0.05}(\log x^{1/6})/\log 0.5\end{aligned}$$

Q' , most のメンバーシップ関数間の横軸上の差異は、上記逆関数から下式により与えられる。

$$d_1(x) = |f(x) - f_1(x)|$$

同様に、 Q' , almost all のメンバーシップ関数間の横軸上の差異は、下式により与えられる。

$$d_2(x) = |f(x) - f_2(x)|$$

ここで、true で真理値限定した命題の推論結果に対しては、縦軸上の値(0.5 以上 1 以下)を 5 点選んで Q' と most の差異を T_1 , Q' と almost all の差異を T_2 とすると、5 点における横軸上の値の差異は下式にて与えられる。

$$\begin{aligned}T_1 &= d_1(0.5) + d_1(0.6) + d_1(0.7) \\ &\quad + d_1(0.8) + d_1(0.9) \\ &= 0.08,\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}T_2 &= d_2(0.5) + d_2(0.6) + d_2(0.7) \\ &\quad + d_2(0.8) + d_2(0.9) \\ &= 0.09\end{aligned}$$

従って、 $T_1 < T_2$ が分かる。これは、推論結果 Q' が言語ラベル almost all より言語ラベル most により、より良く近似されることを意味する。次に、very true により限定された命題の推論結果に対し同様の

評価を行う。ただし、縦軸上の値を $\sqrt{0.5} \approx 0.7$ 以上 1.0 以下とする。この時、

$$\begin{aligned}T_1 &= d_1(0.7) + d_1(0.75) + d_1(0.8) \\ &\quad + d_1(0.85) + d_1(0.9) \\ &= 0.07\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}T_2 &= d_2(0.7) + d_2(0.75) + d_2(0.8) \\ &\quad + d_2(0.85) + d_2(0.9) \\ &= 0.06\end{aligned}$$

従って、 $T_1 > T_2$ が分かる。これは、推論結果 Q' が言語ラベル most より言語ラベル almost all により、より良く近似されることを意味する。

結果的に、真理値限定子 τ を true, very true で限定した場合に対し、以下の推論結果が導かれる。

Many tall men are heavy is true

$\Rightarrow$ Most tall men are more or less heavy is true

Many tall men are heavy is very true

$\Rightarrow$ Almost all of tall men are more or less heavy is very true

すなわち、very true で真理値限定した場合、推論結果 Q' として、most より強い量限定子 almost all を得るが、この結果は直観に一致している。

なぜなら、true で限定した推論結果

Q' tall men are more or less heavy is true

より very true で限定した推論結果

Q' tall men are more or less heavy is very true

の方が、tall men が heavy である割合が大きいと直観的に考えるからである。

上記議論は、真理値限定子の異なる命題に対し、同様の変形を行うと、推論結果が異なる可能性が存在することを示唆している。結果は most, many, almost all のメンバーシップ関数に依存するが、推論結果に差異が生じる可能性が存在し、直観に一致することを示した。

図10 推論結果 Q' の近似計算

4. まとめ

真理値限定された命題に対し、真理値ファジィ集合を限定した場合、命題のファジィ集合は新たに重み属性を付与されるという提案を行い、ファジィ量限定子を含む命題の変形“QA are F is $\tau \Rightarrow Q'A$ are mF is τ ”の推論結果に対し適用し、推論結果に対する影響を論じた。上記重み属性を付加することにより、真理値限定子を修飾した場合、推論結果が異なる可能性が存在し、直観に一致することを示した。上述した結果は、あいまい自然言語による対話システム FLINS (Fuzzy LINGual System) に実装している[10-11]。

謝 辞

本研究は、国際ファジィ工学研究所にて行ったものである。なお、本研究の機会を与えてくださった、元当研究所長の寺野寿郎教授、多大な御意見をいただいた大阪府立大学馬野元秀教授に感謝します。

参 考 文 献

- [1] L.A. Zadeh, “PRUF-A meaning representation language for natural language”, International Journal of Man Machine Studies Vol.10, pp.395-460(1978).
- [2] L.A. Zadeh, “A Theory of Approximate Reasoning”, Machine Intelligence, Vol.9, New York : Halstead Press, pp.149-194(1979).
- [3] L.A. Zadeh, “A Computational Approach to Fuzzy Quantifiers in Natural Languages”, Computers and Mathematics with Applications, Vol.9, pp.149-184(1983).
- [4] 馬野 他, “ファジィ推論に基づく英語質問応答システムの試作”, 第8回ファジィシステムシンポジウム, pp.573-576(1992).
- [5] D. Dubois, H. Prade, “Gradual Inference Rules in Approximate Reasoning”, Information Sciences, Vol.61, pp.103-122(1992).
- [6] W. Okamoto, S. Tano, T. Iwatani and A. Inoue, “Inference Method for Natural Language Propositions involving Fuzzy Quantifiers in FLINS”, Proceedings of Third IEEE International Conference on Fuzzy Systems(FUZZ-IEEE '94), Orland, pp.1023-1028(1994).
- [7] W. Okamoto, S. Tano, T. Iwatani, and A. Inoue, “Inference Method for Truth-Qualified Natural Language Propositions involving Fuzzy Quantifiers”, Proceedings of Second European Congress on Intelligent Techniques and Soft Computing(EUFIT '94), Aachen, pp.1594-1598(1994).
- [8] 岡本, 田野, 岩谷, 井上, “ファジィ限量子を含む自然言語命題の推論方法”, 日本ファジィ学会誌, Vol.7, No.4, pp.809-825(1995).
- [9] 岡本, 田野, 井上, 藤岡, “ファジィ量限定子を含む言語命題における真理値限定に基づく制約と推論方法について”, 日本ファジィ学会誌, Vol.8, No.3, pp.519-531(1996).
- [10] S. Tano, W. Okamoto, T. Iwatani, A. Inoue and R. Fujioka, “Fuzzy Natural Language Communication System - FLINS: Concept and Conversation Examples”, Proceedings of Fourth IEEE International Conference on Fuzzy Systems and Second International Fuzzy Engineering Symposium (FUZZ-IEEE/IFES'95), Yokohama, pp.1039-1044(1995).
- [11] R. Fujioka, S. Tano, W. Okamoto, A. Inoue and T. Iwatani, “Treatment of Fuzziness in Natural Language by Fuzzy Lingual System - FLINS”, Proceedings of Fourth IEEE International Conference on Fuzzy Systems and Second International Fuzzy Engineering Symposium (FUZZ-IEEE/IFES'95), Yokohama, pp.1045-1050(1995).

(1996年5月28日 受付)
(1997年3月18日 再受付)

[問い合わせ先]

〒211 川崎市中原区下沼部1753
日本電気(株)マイコン事業部
岡本 渉
TEL : 044-435-1270
FAX : 044-435-1841
E-mail : wokamoto@lsi.tmg.nec.co.jp

著者紹介

岡本 渉 (おかもと わたる)

日本電気(株)マイコン事業部

1979年 早稲田大学理工学部電気工学科卒業。1981年 東京大学大学院理学系研究科修士課程修了。同年 日本電気(株)入社。マイクロコンピュータの方式設計に従事。1991年12月から1995年3月まで技術研究組合国際ファジィ工学研究所兼務。ファジィ理論による、あいまい自然言語の意味処理の研究に従事。現在日本電気(株)マイコン事業部。電子情報通信学会、日本ファジィ学会各会員。

田野 俊一 (たの しゅんいち)

電気通信大学 大学院情報システム学研究科

1981年 東京工業大学工学部制御工学科卒業。1983年 同大学院総合理工学研究科システム科学専攻修士課程修了。同年(株)日立製作所システム開発研究所入社。1990-1991年 カーネギーメロン大学客員研究員。1991-1995年 国際ファジィ工学研究所勤務。1996年3月(株)日立製作所システム開発研究所退社。同年4月より電気通信大学大学院情報システム学研究科助教授。人工知能、知識工学、自然言語理解、あいまい理論、知的ユーザインタフェースの研究に従事。情報処理学会、人工知能学会、日本ファジィ学会、言語処理学会、AAAI、IEEE、ACM各会員。博士(工学)。

岩谷 敏治 (いわたに としはる)

(株)神戸製鋼所生産技術研究所

1985年 京都大学工学部数理工学科卒業。1987年 京都大学工学研究課程数理工学専攻修了、同年 (株)神戸製鋼所入社。1992年より2年間、国際ファジィ工学研究所に主任研究員として出向。現在(株)神戸製鋼所生産技術研究所勤務。知的生産システムの開発、ファジィ推論の研究に従事。日本ファジィ学会、システム制御情報学会、電子情報通信学会の会員。

井上 敦 (いのうえ あつし)

米国シンシナティ大学情報科学科

1989年 米国東ワシントン大学情報科学科卒業。1990年 同大学大学院情報科学科修士課程修了。同年 (株)日立製作所日立研究所入所。1993年8月から1995年3月まで技術研究組合国際ファジィ工学研究所へ出向。1995年4月より(株)日立製作所日立研究所。現在米国シンシナティ大学情報科学科博士課程在学中。CAD、自然言語処理の研究に従事。特に、あいまいさを含んだ意味処理の研究に興味を持つ。日本ファジィ学会、精密工学会、ACM、IEEE各会員。

An Effect by Qualification of Truth-Qualifiers on Inference Results for Natural Language Propositions Involving Fuzzy Quantifiers

by

Wataru OKAMOTO, Shun'ichi TANO, Toshiharu IWATANI and Atsushi INOUE

Abstract :

In this paper, we consider an effect on inference results for truth-qualified natural language propositions involving fuzzy quantifiers by truth-qualifiers. We proposed an inference method previously. For examples, for the proposition "Many tall men are heavy is τ ", we can infer a modified proposition "Most tall men are more or less heavy is τ " by the method, where the fuzzy quantifier "Most" in the inferred proposition can be resolved analytically, according to the modifier "more or less". Here τ is a monotone and injective truth-qualifier.

In this paper, we propose a method which effects on the inference results following to adding a weight attribute to truth-qualified fuzzy sets by given truth-qualifiers. By the method, when we infer the proposition "Most tall men are more or less heavy is true" from the proposition "Many tall men are heavy is true", it is possible that we infer the proposition "Almost all of tall men are more or less heavy is very true" from the proposition "Many tall men are heavy is very true".

By the method, it is possible that we get different inference results depending on the effect by truth-qualifiers.

Keywords : Natural language, Fuzzy inference, Fuzzy quantifiers, Truth-qualifiers, Modifiers

Contact Address : **Wataru OKAMOTO**

NEC Corporation. Microcomputer Division

1753, Shimonumabe, Nakahara-ku, Kawasaki, Kanagawa, 211 Japan

TEL : 044-435-1270

FAX : 044-435-1841

E-mail : wokamoto@lsi.tmg.nec.co.jp