

2021年度 人工知能学会全国大会 (第35回)

自然言語処理における常識推論の精度向上 要因に関する一考察

最近のベンチマーク・タスクにおける言語的要因をつうじて

一般セッション » GS-6 言語メディア処理

[3J1-GS-6a-02] 9:20-9:40

2021年度6月10日(木)

太田 博三 (放送大学)

目次

1. 研究の背景・目的
2. 先行事例
3. 国際的な言語タスクと常識推論の変遷
4. 常識推論の課題
5. 言語的側面からの示唆
6. 深層学習と記号推論の融合による解決
7. まとめ

1. 研究の背景・目的

・モチベーション:

これから示す3つの話し言葉と書き言葉を対話システム等で実現したい.

1. 上司と部下の会話

2. 夫婦間の会話

3. 緊急事態宣言での政府の依頼文

4. 大学図書館の入館の案内文

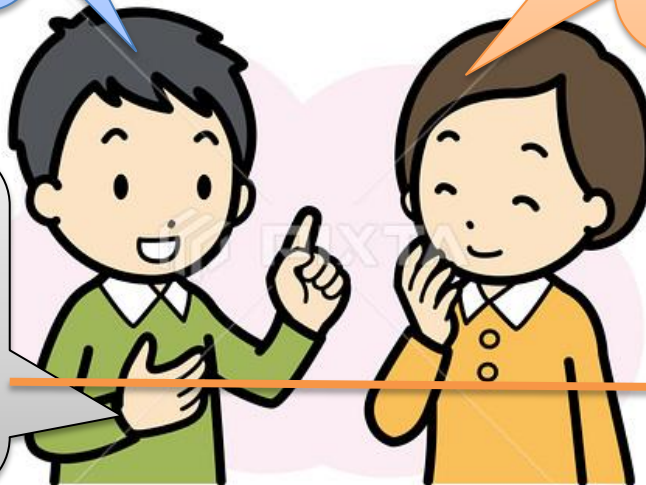
1. 研究の背景・目的

1. 上司と部下の会話

ちょっと暑い
ね...

窓を開けよ
うか？

部屋が暑いから



pixta.jp - 28816417

1. 研究の背景・目的

2. 夫婦間の会話

コーヒー飲む？

明日、早い
から...

コーヒーを飲
みと眠れなく
なる



1. 研究の背景・目的

3. 緊急事態宣言での政府の依頼文

午後8時を過ぎたら、
飲食店での食事は
避けて下さい。

1. 研究の背景・目的

4. 大学図書館の入館の案内文

私立大学の図書館
には、会員証を持っ
ていれば、入館でき
ます。

1. 研究の背景・目的



1. 上司と部下の会話

ちょっと暑いね...



部屋が暑いから



窓を開けようか？

要件:

1. 話者間の関連性: 窓を開けるのに共感してくれたら, 暑くなり, 仕事がはかどる.
2. 一般常識(知識):
⇒「部屋が暑いから, 窓を開けてほしい！」



IF(state)-THEN(action)-BECAUSE(Goal)でカバーできる

1. 研究の背景・目的

2. 夫婦間の会話



コーヒー飲む？

[言外の情報: 属性]
明日, 仕事がある.



[一般常識]
コーヒーは,
カフェインの効果
で眠れなくなる.

明日, 早いから...

要件:

1) 話者間の関連性: 明日, 夫は明日, 仕事に遅れられない.

2) 一般常識(知識): コーヒーを飲むとカフェイン効果で眠れなくなるから, 今夜は飲まない

IF(state)-THEN(action)-BECAUSE(Goal)であらわせる.

1. 研究の背景・目的

2. 夫婦間の会話

一般常識(知識):

- ・コーヒーはカフェイン効果がある.
- ・カフェインは眠れなくなる.



コーヒーを飲むと眠れなくなる.

IF-THENで書くと推論が走る

- 1) 1. と2.の話し言葉は,「IF-THEN-BECAUSE」で会話の理解ができそうだと言える.
- 2) BERT派生による国際言語資源タスクは,この種類が少ないのではないか!?!という仮説.
- 3) ATOMICやCommonGenなどである程度の高い精度が出ているが,話者の意図を踏まえているかの検証は困難.

1. 研究の背景・目的

3. 緊急事態宣言での政府の依頼文

午後8時を過ぎたら、
飲食店での食事は
避けて下さい。

	q	$\sim q$
p	pならq「午後8時を過ぎていれば、飲食店で食事できない」	pなら $\sim q$ 「午後8時を過ぎていれば、飲食店で食事できる」
$\sim p$	$\sim p$ ならq「午後8時を過ぎていなければ、飲食店で食事できない」	$\sim p$ なら $\sim q$ 「午後8時を過ぎていなければ、飲食店で食事できる」

※ 私たちがよく考えがち(語用論的には誘導推論)

1. 研究の背景・目的

3. 緊急事態宣言での政府の依頼文

午後8時を過ぎたら、
飲食店での食事は
避けて下さい。

	q	~q
p	pならq「午後8時を過ぎていれば、飲食店で食事できない」	pなら~q「午後8時を過ぎていれば、飲食店で食事できる」
~p	~pならq「午後8時を過ぎていなければ、飲食店で食事できない」	<u>~qなら~p</u> 「 <u>飲食店で食事する</u> なら、午後8時を過ぎる前だ」

※論理的にみると、対偶が成立する!? $p \Rightarrow q, \neg q \Rightarrow \neg p$

1. 研究の背景・目的

3. 緊急事態宣言での政府の依頼文

午後8時を過ぎたら、
飲食店での食事は
避けて下さい。

	q	$\sim q$
p	pならq「午後8時を過ぎていれば、飲食店で食事できない」	pなら $\sim q$ 「午後8時を過ぎていれば、飲食店で食事できる」
$\sim p$	$\sim p$ ならq「午後8時を過ぎていなければ、飲食店で食事できない」	<u>$\sim q$なら$\sim p$</u> 「飲食店で食事するなら、午後8時を過ぎる前だ」

※1 対偶での $p \Rightarrow q$ から $\sim q \Rightarrow \sim p$ が成立する際には注意が必要！

※2 直観主義論理の立場で、排中律の除去を行う必要がある。

※3 排中律とは、「 $p \vee \sim p$ 」の姿勢をとる。

※4 含意関係認識のときに特に注意が必要となる。

1. 研究の背景・目的

4. 大学図書館の入館の案内文

私立大学の図書館
には、会員証を持っ
ていれば、入館でき
ます。

	q	$\sim q$
p	pならq「会員証を持っていれば、入館できる」	pなら $\sim q$ 「会員証を持っていたとしても、入館できない」
$\sim p$	$\sim p$ ならq「会員証を持っていなくても、入館できる」	$\sim p$ なら $\sim q$ 「会員証を持っていなければ、入館できない」

※ 私たちがよく考えがちな思考パターン(語用論的に)

1. 研究の背景・目的

4. 大学図書館の入館の案内文

私立大学の図書館
には、会員証を持っ
ていれば、入館でき
ます。

	q	~q
p	pならq「会員証を持っていれば、入館できる」	pなら~q「会員証を持っていたとしても、入館できない」
~p	~pならq「会員証を持っていなくても、入館できる」	<u>~qなら~p</u> 「入館できないのは、会員証を持っていないからだ」

※論理的にみると、対偶が成立する!? $p \Rightarrow q, \neg q \Rightarrow \neg p$

1. 研究の背景・目的

4. 大学図書館の入館の案内文

私立大学の図書館には、会員証を持っていれば、入館できます。

	q	$\sim q$
p	pならq「会員証を持っていれば、入館できる」	pなら $\sim q$ 「会員証を持っていたとしても、入館できない」
$\sim p$	$\sim p$ ならq「会員証を持っていないとしても、入館できる」	<u>$\sim q$なら$\sim p$</u> 「入館できないのは、会員証を持っていないからだ」

- ※1 対偶での $p \Rightarrow q$ から $\sim q \Rightarrow \sim p$ が成立する際には注意が必要！
- ※2 直観主義論理の立場で、排中律の除去を行う必要がある。
- ※3 排中律とは、「 $p \vee \sim p$ 」の姿勢をとる。
- ※4 含意関係認識のときに特に注意が必要。

1. 研究の背景・目的

まとめ:

- 1) 上記の4つの話し言葉と書き言葉を記号論理学と関連性理論(言語学)の側から, 対話システムで実現を考察してゆくと, 国際的な言語タスク(CommonGen, ConceptNetなど)に繋がっているかもしれない.
- 2) 一般常識(知識)の常識推論は, 「IF(state)-THEN(action)-BECAUSE(goal)」に該当すれば, 含意や推意を理解できている可能性がある.
- 3) 上司と部下や夫婦の関連性を, BECAUSE(goal)で捉えられるかがポイントになる.

2. 先行事例

1. 記号論理学による推論
2. フレーム理論による推論
3. 深層学習による推論
4. ~~記号論理学と深層学習の融合による推論~~

2. 先行事例

1. 記号論理学による推論

推論:「知識をつなぎ合わせて、新しい知識を作り出すこと」と仮定すると,
主に次の3つとその他の推論に大分されるところ.

- 1) 演繹推論
- 2) 帰納推論
- 3) アブダクション・仮説推論

- その他の推論
- 4) 非単調推論
- 5) デフォルト推論
- 6) 常識的推論

※ 本稿では, モーダス・ポネンスを中心に扱う.

2. 先行事例

1. 記号論理学による推論

1) 演繹推論、2) 帰納推論、3) アブダクション

- **大前提**: エージェントは知識を持っている。
- **小前提**: 007はエージェントである。
- **結論**: 007は知識を持っている。



- 1) 演繹推論: [大前提] + [小前提] \Rightarrow [結論]
- 2) 帰納推論: [小前提] + [結論] \Rightarrow [大前提]
- 3) アブダクション: [大前提] + [結論] \Rightarrow [小前提]

※ [大前提]はgoalに当たると考えられる。

2. 先行事例



- 2. 夫婦間の会話

コーヒー
飲む？

*IF(state)-THEN(action)-
BECAUSE(GOAL)*は、
行って帰ってくるイメージ

明日、
早いから...

コーヒーを
飲むと、カ
フェイン効
果で眠れ
なくなる...

明日早
いから、
仕事に
遅れた
くない...

2. 先行事例



• 2. 夫婦間の会話

国際的な言語タスクのQA設問の例で見てみると、

設問: 1)から3)のうちで、何を選んだらよいか？

Q

コーヒー飲む？

A

1) 明日, 早いから...

2) 今日は疲れているから...

3) お腹がいっぱいだから...

2. 先行事例



• 2. 夫婦間の会話

国際的な言語タスクのQA設問の例で見てみると、

大前提: 仕事に遅れたくない

小前提: 明日早い

夫婦の関連から
わかる常識を
使用する！

Q

コーヒー飲む？

A

1) 明日, 早いから...

2) 今日は疲れているから...

3) お腹がいっぱいだから...

2. 先行事例



Q

コーヒー飲む？

A

1) 明日、早いから...

2) 今日は疲れているから...

3) お腹がいっぱいだから...

• 2. 夫婦間の会話

国際的な言語タスクのQA設問の例で見ると、

大前提: 仕事に遅れたくない

小前提: 明日早い

関連性理論
によるGOAL
とactionを
推論する！

+

知識: コーヒーを飲むと、カフェイン効果で眠れなくなる...

IF(state)-THEN(action)-ECAUSE(GOAL)

A

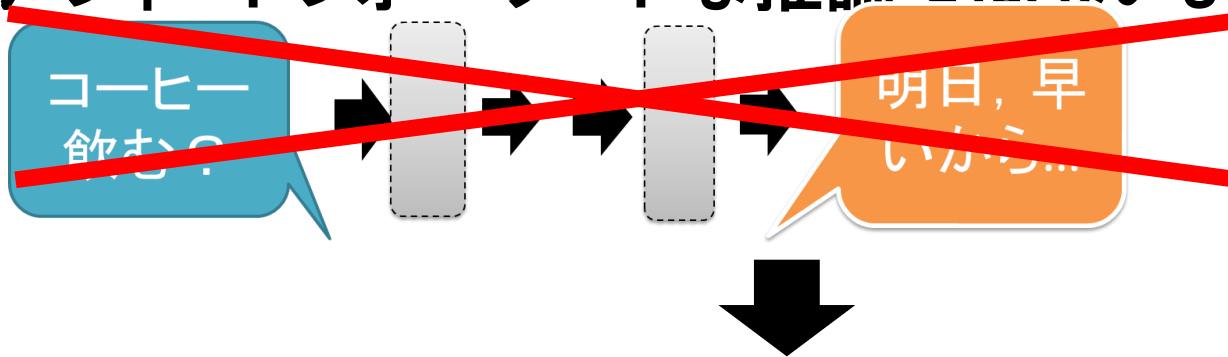
1) 明日、早いから...

2. 先行事例

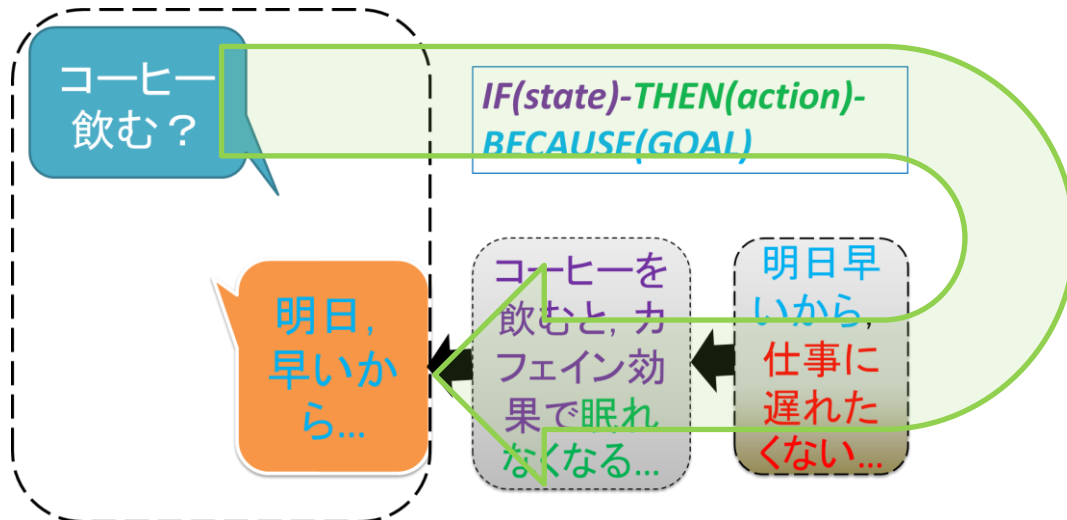


2. 夫婦間の会話

×フィードフォワードな推論ではないようだ...



◎ IF-THEN-BECAUSEによる推論と知識に加えて、夫婦間の暗黙知の事情(関連性)が必要！



3. 国際的な言語タスクと常識推論の変遷

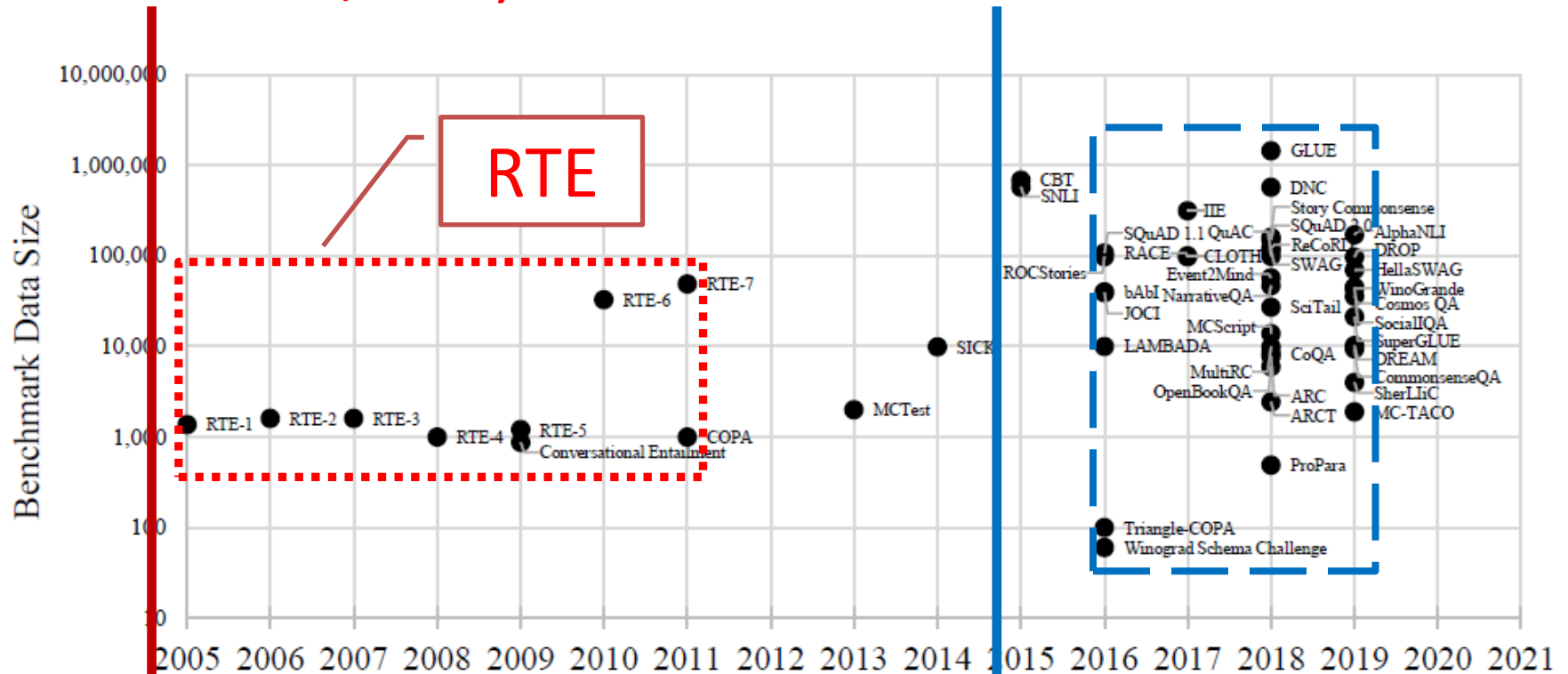
3.1 含意関係認識(Recognition of Textual Entailment; RTE)のタスク前と後

3.2 常識推論の定義と変遷

3.3 法律から見た常識と含意関係認識との適用

3. 国際的な言語タスクと常識推論の変遷

3.1 含意関係認識(Recognition of Textual Entailment; RTE)のタスク前と後



Wikiの前身となる知識(Cycなど)

常識推論(IF-THEN-BECAUSE)を基にした転移学習による拡張??

3. 国際的な言語タスクと常識推論の変遷

3.1 含意関係認識(Recognition of Textual Entailment; RTE)とは,

例1

T: 私は昨日、京都で晩御飯を食べた。

H: 私は昨日、京都にいた。

→判定: Yes(含意である)。

例2

T: 川端康成は「雪国」などの作品でノーベル文学賞を受賞した。

H: 川端康成は「雪国」の著者である。

→判定: Yes(含意である)。

※1 前提となる文(Text; T)

※2 仮定となる文(Hypothesis; H)

3. 国際的な言語タスクと常識推論の変遷

3.1 含意関係認識(Recognition of Textual Entailment; RTE)とは,

例1
T: 私は昨日、京都で晩御飯を食べた。
H: 私は昨日、京都にいた。
→判定: Yes(含意である)。

上記の含意は, 古典論理では, 間接的に証明可能となり, 危ういと言える.

「昨日, 京都で晩ごはんを食べたなら, 京都にいた.」

対偶では, 「京都にいなかったから, あなたは, 昨日, 京都で晩ごはんを食べていない.」

これらから, 必ずしも判定は, 「Yes(含意である)」ではない.

3. 国際的な言語タスクと常識推論の変遷

3.2 常識推論の定義と変遷

- 1980-90年代: 論理学ベース

単調推論やフレーム理論を基にした※閉世界仮説での常識推論が主流

- 2000-2010年代:

ナレッジグラフを用いた常識推論

- 2020年代:

ナレッジグラフにアブダクションベース(IF-THEN-BECAUSE)の「行って帰ってくる」推論が加味された

※ アブダクション(IF-THEN-BECAUSE)はDeep Learningと相性が高い

3. 国際的な言語タスクと常識推論の変遷

3.2 常識推論の定義 その1:

一般常識とは?

ー 各国によって「コモンセンス」は異なる.

時系列の物理的移動の一般常識:

「箱からおもちゃを出したら, もうその箱には入っていない」

感情や意志に至る一般常識:

「給料が下がると, 社員は不満を感じる」

→ If(state)-THEN(action)の形式になっている.

3. 国際的な言語タスクと常識推論の変遷

3.2 常識推論の定義 その2:

一般常識とは?

— 独など欧州の移民受け入れと社会統合政策から、第二外国語としての言語教育を含む600時間前後の社会統合プログラムが提供されている。

→ここで、移民の方々には、第二外国語の習得となり、音韻・形態・統語規則などの文法は明示的(explicit knowledge)で、社会や地域のルールは暗黙的(implicit knowledge)となる。

→ 一般常識は「暗黙知も含む」と言える。

3. 国際的な言語タスクと常識推論の変遷

3.2 常識推論の定義 その3:

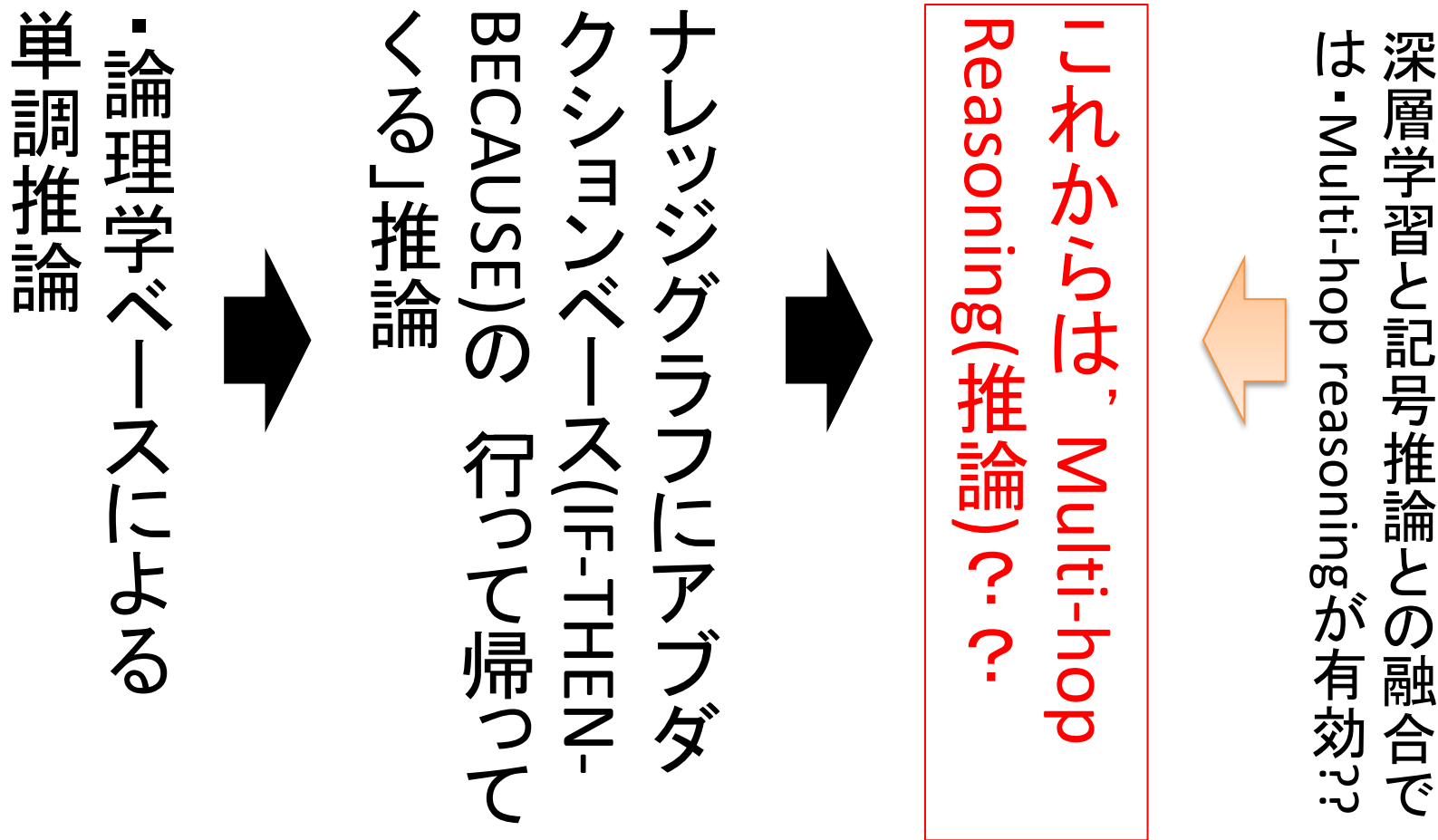
一般常識とは?

— 法的に, The Starsin事件でイギリスの最高裁判所の判事であるHoffmann卿が, 商取引に関与する当事者やそのものが帰する職能に通じていれば, 暗黙的であれ, 一般的な常識(Common general knowledge)として, 責任が生じるというもの.

→ 一般常識は法的にも, 「暗黙知も含む」事もある.

3. 国際的な言語タスクと常識推論の変遷

3.2 常識推論の変遷



5. 言語的側面からの示唆

5.1 敬意表現を字義的に用いない推論

5.2 関連性理論を活用した推論(前述)

5. 言語的側面からの示唆

5.1 敬意表現を字義的に用いない推論

5. 言語的側面からの示唆

5.1 敬意表現を字義的に用いない推論

状況は i と ii が考えられる。

(i) 「Bのペンが何本か目の前の机の上に置いてある」

(ii) 「相手Bが、既にペンを筆入れ、さらに鞆にしまっており、席を立とうとしている」

会話断片

A1 : 急いている？

B2 : 別に。

A3 : 悪いけど、ペン貸してくれる？

B4 : いいよ

5. 言語的側面からの示唆

5.1 敬意表現を字義的に用いない推論

状況は i と ii が考えられる。

(i) 「Bのペンが何本か目の前の机の上に置いてある」

(ii) 「相手Bが、既にペンを筆入れ、さらに鞆にしまっており、席を立とうとしている」

会話断片

A1 : 急いている？

B2 : 別に。

A3 : 悪いけど、ペン貸してくれる？

B4 : いいよ



生田(1997)の例文(ポライトネス):

上記の会話では、敬語や丁寧な表現は一切使われていない。

⇒この敬意表現の理解をコンピュータにどう捉えさせるか？

5. 言語的側面からの示唆

5.1 敬意表現を字義的に用いない推論

状況は i と ii が考えられる。

(i) 「Bのペンが何本か目の前の机の上に置いてある」

(ii) 「相手Bが、既にペンを筆入れ、さらに鞆にしまっており、席を立とうとしている」

会話断片

A1 : 急いている？

B2 : 別に。

A3 : 悪いけど、ペン貸してくれる？

B4 : いいよ

※1 状況の把握は、関連性理論をヒントにして、

※2 会話断片は、IF(state)-THEN(action)-BECAUSE(goal)で捉える！

5. 言語的側面からの示唆

5.2 関連性理論を活用した推論(前述)

5. 言語的側面からの示唆

5.2 関連性理論を活用した推論(前述)

真理 「お母さん、私が明日泊まりにゆくの知ってるの？」

美佐 「ふとんを干してたわ」



- 上記のように、母と娘との会話で、たった1ターンだけの会話ですが、これを推論するには、省略を補完するだけではなく、母と娘との共通認識や背景理解などの関連性の理解が前提にある。

※ 関連性理論とは...

⇒ 母と娘との共通認識や背景の理解 ≡ 常識推論

5. 言語的側面からの示唆

5.2 関連性理論を活用した推論(前述)

関連性理論の枠組を活用すると...

背景は(カ)から(コ)にかけて記す。

(カ) 美佐の母親が今日自宅のベランダにふとんを干していた。

(キ) 美佐は美佐の母親が今日自宅のベランダにふとんを干していたと言った。

(ク) ふとんを干すのは、宿泊する客が来る前の準備である。

(ケ) 美佐の母親は真理のためにふとんを干していた。

(コ) 美佐の母親は真理が明日泊まりに来るのを知っている。



真理 「お母さん、私が明日泊まりにゆくの知ってるの？」

美佐 「ふとんを干してたわ」

6.記号論理学と深層学習の融合による推論のアプローチ

システム1: 深層学習(動画/ 画像)

システム2(|システム1): ((常識)推論・論理 | (動画/ 画像))

VOL. 93 NO. 5

KAHNEMAN: MAPS OF BOUNDED RATIONALITY

1451

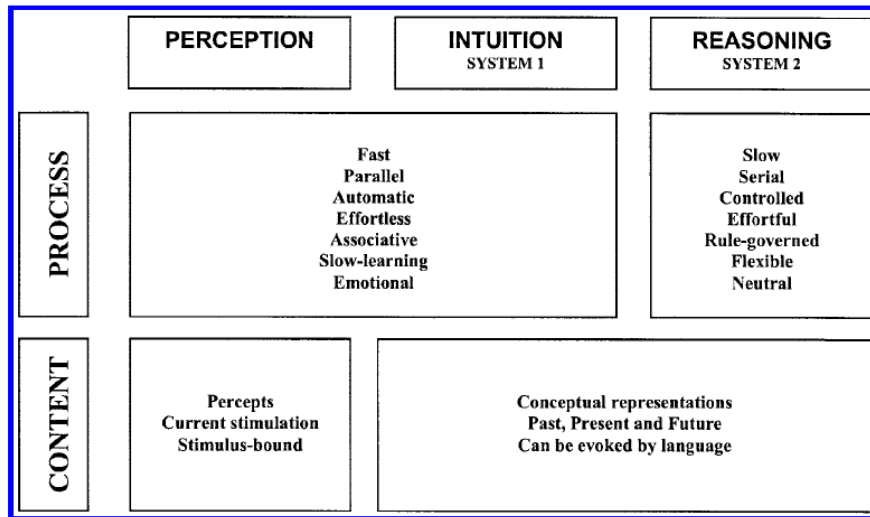


FIGURE 1. THREE COGNITIVE SYSTEMS

• 出典: 左図 Maps of bounded rationality: Psychology for behavioral economics
D Kahneman - American economic review, 2003

- 1) 同じタスクで, 深層学習とは処理を切り幅した上で, 記号推論はあるが, 融合とまでは言えないと思われる.
- 2) 記号推論は数字の単位は加味できないなどの弱点はある.

7. まとめ

- 対話システムに、含意や推意など本当に言いたい事を、対話応答で実現するには、単なる知識の獲得だけでは不十分かもしれない。
- 知識を合わせて、推論することで、暗黙知や含意を理解できることが常識推論に含まれる。
- 論理学による推論(IF(state)-THEN(action)-BECAUSE(goal)など、特にアブダクション)は、深層学習との親和性があり有用であるが、これ以外は見受けられない...
- 「母と子」や「職場の上司と部下」など、関連性理論で、背景やgoalなど、言外の情報を知識として取り出せるかが課題である。

ご清聴，ありがとうございました．