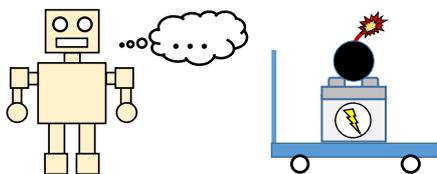


### 【フレーム問題 (John McCarthy, Patrick J. Hayes)】

フレーム問題とは、現実世界において問題解決の際に考えられる事象は無数に存在しており、その無数の事象の中から必要なものをピックアップする、つまり、考えるべき枠(フレーム)を適切に定めるといことは非常に難しいという問題です。

フレーム問題の例として、哲学者ダニエル・デネットが示したロボットと爆弾の例<sup>1</sup>があります。



ある場所にまもなく起爆する爆弾が仕掛けられており、その場所にある大事なバッテリーを取りに行くという仕事をロボット1号が任せられました。ロボット1号は、バッテリーを運ぶことに無事成功しましたが、不幸にも爆弾がバッテリーの上に載っていたため、バッテリー共々爆発してしまいました。これを教訓として、副次的な影響も考慮するロボット2号が作られました。ロボット2号なら同じ状況でもうまく対処できると思いきや、バッテリーを運ぶ際に、「バッテリーの上の爆弾を移動させる」ということ以外に、「移動させる時に天井が落ちてこないか」、「急に壁の色が変わったりしないか」など色々なことを無数に考え始め、結局考えている内に爆弾が爆発してしまいました。そこで今度は、この問題を防ぐために、関係のある事柄だけを考慮するように改良したロボット3号が作られました。しかし、再び同じ状況にロボット3号をおくと、今度は何が関係あるもので、何が関係ないものなのかを考えられる事象全てに対して分別し始め、またしても考えている内に爆発してしまいました。

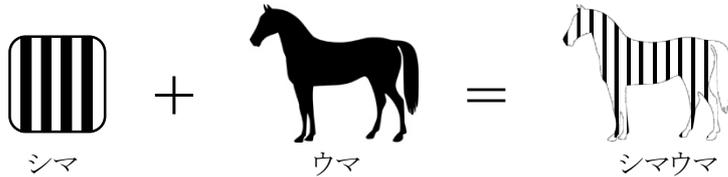
このようなフレーム問題は、ロボットやコンピュータだけに限った話ではありません。私たち人間の場合においてもフレーム問題は起こりえます。ただ、人間にもフレーム問題を完全に解決することはできませんが、うまく対処している場合が多いです。例えば、人間は上のロボットの例のような場合、天井は落ちてこないか、壁の色が変わらないか、などを考えることはまずありません。それは人間が“常識”的に考えてありえないだろうと大抵判断しているからです。では、常識とは一体何なのでしょう。もし、常識が人間の積み重なった経験から生み出されるものとしたなら、ニューラルネットワークやディープラーニングのような、知識をボトムアップに表現していくアプローチによって導くことができるのでしょうか。

---

<sup>1</sup> Cognitive Wheels: The Frame Problem of AI.” In Christopher Hookway, ed., Minds, Machines and Evolution: Philosophical Studies, pp. 129-151. Cambridge: Cambridge University Press (1984)

## 【シンボルグラウンディング問題 (Stevan Harnad)】

シンボルグラウンディング問題を説明するときに使われる有名な例としてシマウマの例があります。



人間はシマウマというものを知らなくても、シマとウマという知識からシマウマを想像することができます。これは人間がシマとウマの意味を分かっている、ウマというものに、シマという“概念”をのせるという思考を自然に行えるからに他なりません。しかし、人間ではないコンピュータの場合、シマとウマを言葉として知っていたとしても、言葉とその意味を結びつけることは難しいという問題があります。これがシンボルグラウンディング問題です。つまり、人間が行っている

- ・ 言葉の内側にある概念・意味レベルでの処理
- ・ 知らないものを自分の持っている知識から導く仕組み

をプログラムで表すことは困難であると言われてきました。

しかし、近年、その仕組みが再現できているのではないかと思えるような事例が出てきています。例えば、ニューラルネットワークをもとにしている word2vec<sup>2</sup>と呼ばれる言語処理の手法があります。word2vec は言葉(単語)を他の言葉との関係性(語の共起関係など)から、特徴ベクトルで表現することで、言葉同士の計算などを実現している手法であり、実際に word2vec を使うと

$$\text{king} - \text{man} + \text{woman} = \text{queen} \quad (\text{王様} - \text{男性} + \text{女性} = \text{女王})$$

のような計算を行うことができます。この計算はあくまで一例であり、概念・意味レベルとしては、より深い問題があると思いますが、見方によると、言葉の内側にある概念・意味レベルに踏み込んだ処理の実現に近づいているとも捉えることができるかもしれません。

最近では、この word2vec のようなニューラルネットワーク、加えて、ディープラーニングのようなボトムアップのアプローチの研究が盛んに行われており、それらの組み合わせによって、コンピュータが意味レベルで言葉を扱うことができるのではないかと囁かれるようになってきました。

本学生企画では、赤字のキーワード等に触れながら、現在の技術がこれらの未解決問題をどう解決に導いていけるか、あるいは今なお残る難しい課題は何なのかについて、講師のお二人と共に議論したいと思います。

---

<sup>2</sup> Tomas Mikolov, Ilya Sutskever, Kai Chen, Greg Corrado, Jeff Dean, Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space. In Proceedings of Workshop at ICLR (2013)