1995.1.25

コンピュータ・コミュニティー

技術研究組合　新情報処理開発機構
理論・新機能研究部　能動知能研究室
山 川　宏

目　　次

１．概要
２．スポンティニアス・インタラクションによる関係の記述
　・３種類の主体
　・６種類のスポンティニアス・インタラクション
３．関係の進化
　・現在までの関係の進化
　・未来における関係
４．最後に

1. 概要

RWCPでの中心的な技術課題は現実世界と直接に相互作用するコンピュータ技術、つまりリアルワールド・コンピューティングである。昨年１０月よりRWCPに出向した私は、そこにおける研究を効果的に遂行するために将来におけるコンピュータ社会の見通しについて、その技術を含む広い視野からみた位置付けを行った。

将来はコンピュータは知的能力を高めてゆき、次第に生物の様な自立性、主体性を獲得してゆくだろう。本レポートにおいては、人間、コンピュータ、現実環境の三つの主体の相互に存在する自発的な働きかけ(Sponteneous Interaction)の有無に注目し、将来におけるこの関係の発展を考察した。

2. スポンティニアス・インタラクションによる関係の記述

まず、ここで考えるスポンティニアス・インタラクション（以下ＳＩ）とは、自分以外の主体から情報を求めようとする自発的・積極的な働きかけである。

2.1 ３種類の主体

以下の三つの主体を考慮する。

- 人間(M)
  あらゆる対象に対してＳＩを行う、好奇心旺盛な主体
- コンピュータ(C)
  人工的な知能システム。ＳＩの能力は現状では乏しいが、将来的には増大すると思われる。
- 現実世界(R)
  上記主体以外の一般の現実世界。通常はＳＩの能力を持っていない。

2.2 ６種類のスポンティニアス・インタラクション

図１を用いて、上記三つの主体を関係づける全ての可能なＳＩを含むについて説明する。

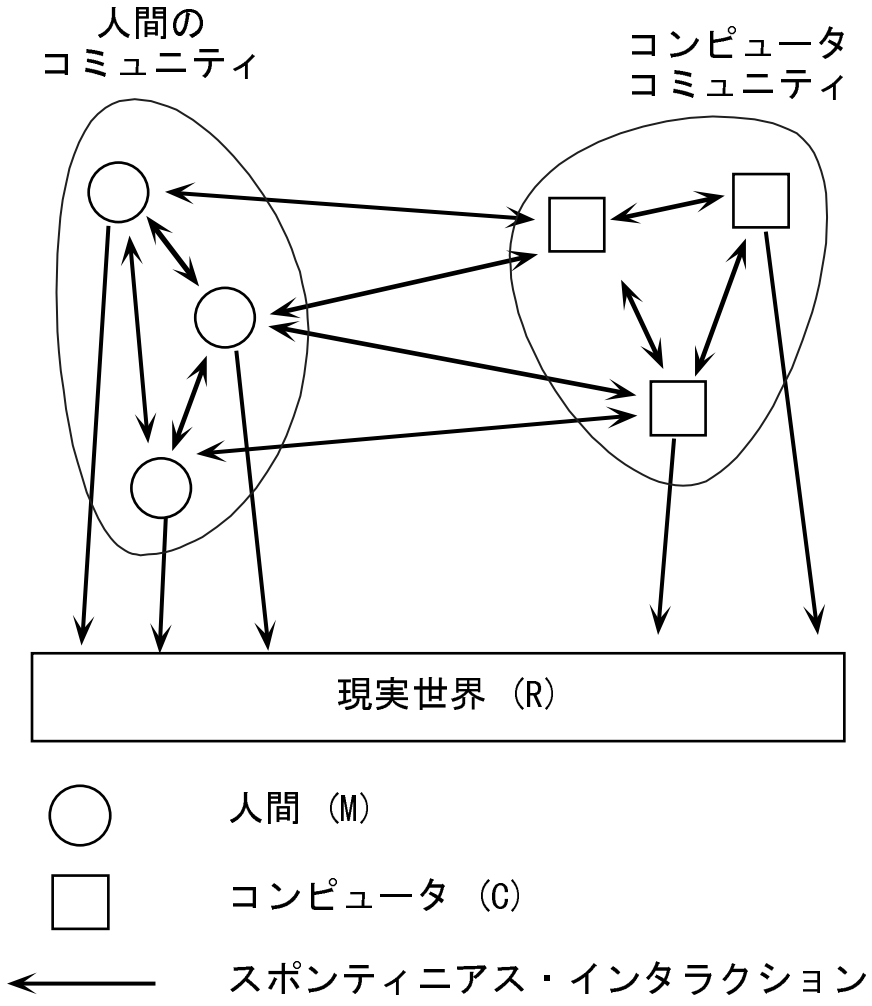

図１．３主体とスポンティニアス・インタラクション

MR: 人間→現実世界

人間の外界に対するあらゆる自発的な働きかけ。

MM: 人間→人間

自分から積極的に行う人間同士のコミュニケーション。

MC: 人間→コンピュータ

現状での人間とコンピュータの関係は、一般に人間からの働きかけによる、このＳＩである。

CR: コンピュータ→現実世界

現状では実現されていない、コンピュータが現実世界に対して積極的に働きかける能力。リアルワールド・コンピューティングに関連が深い。

CM: コンピュータ→人間

コンピュータが自発的に人間に働きかけるＳＩである。例えばコンピュータ自身が必要な情報を得ようとして人間に対して質問をする場合など。将来的にはコンピュータ自身が生成した人間に理解が困難な抽象概念を階層化するなどして人間に分かり易い形式に

するなどの作業も必要になるであろう。

CC: コンピュータ→コンピュータ

コンピュータ間で自発的に情報交換しあうＳＩ。つまり自分以外のコンピュータが蓄積していると思われる有用な情報を積極的に取得する際に起こる。CCが増大すると複数のコンピュータが組織化され、コンピュータコミュニティーが出現するだろう。

以後の説明のために図１の関係を簡略化した図２を示す。

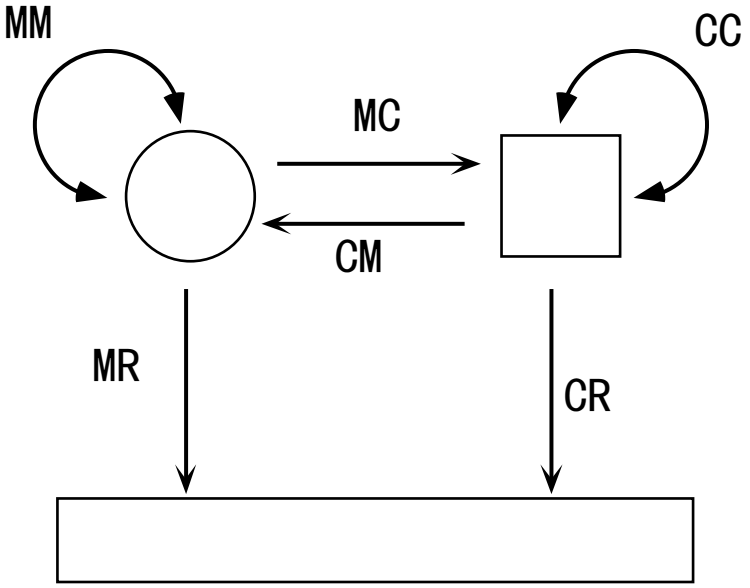

図２．簡略化した関係の図

◯：人間(M)、□：コンピュータ(C)▭：現

3. 関係の進化

3.1 現在までの関係の進化

生物学的進化にともなう現在までの関係の変化を考察する（図３参照）。もっとも原始的な単独で行動する魚などでは、それぞれの個体が独立に現実世界に働きかけるMRのみであった。次に群での行動や子育てなどを行う段階では個体間の情報交換を行うようになりMR+MMということになるであろう。そして、現状においてはコンピュータは一つの道具であると考えるならば、類人猿

以降に道具の使用によりMR+MM+MCの段階に到達したといえるであろう。

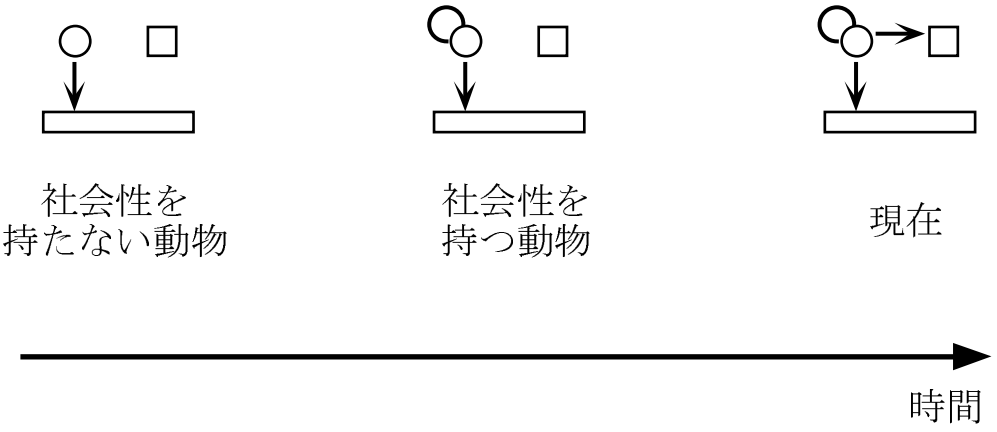

図３．現在までの関係の進化

◯ : 人間(M)、□ : コンピュータ(C)▭ : 現

3.1 未来における関係

今後のコンピュータの進歩による未来における関係の変化をCR, CM, CCの３つのベクトルを指標として予測する。

3.1.1 発展的な未来

発展的な未来像についてまず検討する。

MR+MM+MC
　現在の状態
MR+MM+MC + CR
　現実世界に働きかける従順なペットのようなシステム
MR+MM+MC + CM
　使用者に対して積極的に働きかけるシステム
MR+MM+MC + CC
　自律的な複数のシステムと相互作用する、ネットワークエージェントのようなシステム
MR+MM+MC + CR + CM
　現実世界に働きかける使用者に対して働きかける、我侭なペットのようなシステム
MR+MM+MC + CR + MM
　複数のシステム間で自立的に相互作用する、猟犬のようなシステム
MR+MM+MC + CM + CC

他のシステムと人間の双方に自律的に働きかける、Interactive Network Agent などのようなシステム。

MR+MM+MC + CR + CM + CC

あらゆる主体に働きかける、エイリアンのようなシステム。

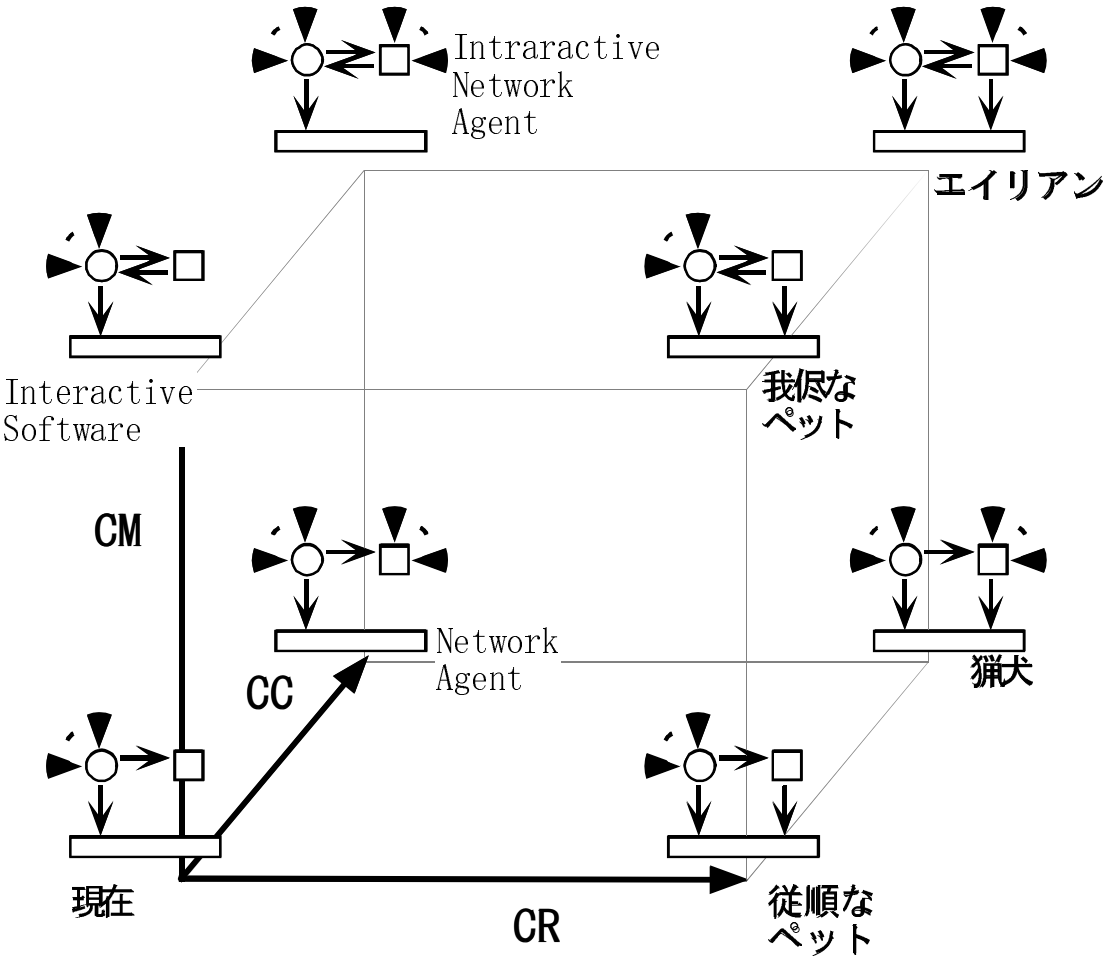

図４．未来における関係の発展

○：人間(M)、□：コンピュータ(C)、▭：現実環境(R)

最終的に目標とするのは人間と対等の能力を持つエイリアンのようなコンピュータシステムであろう。

3.1.2 未来における具体的な変化

以下は未来に対する断片的なイメージである。

・コンピュータコミュニティの創造

人間の能力が有限であるために、コンピュータの処理能力の増大は、相対的にCRとCCを増大させることになり人間とよりもコンピュータ間の関係が密である、コンピュータコミュニティーが創造されるだろう。CCの進歩の過程では、(1)コンピュータ間の相互作用に必要な高速大容量のネットワーク、(2)ハードウェアやアキーテクチャに無依存のコンピュータ間言語、などが必要とされるだろう。

※コンピュータ間言語

コンピュータ間言語について検討すると、自然言語はMM、プログラミング言語はMC、コンピュータ間言語はCCに必要となる言語である。現在マルチエージェントの研究ではKIFなどのエージェント間の通信フォーマットを決める試みもある。

・コンピュータが人類の文化を越えたとき

コンピュータがCR, CM, CCを備えると、ある時点でコンピュータの能力は人間を越えるだろう。そのような段階では、現在の脳研究者の代わりにコンピュータが人間のモデル化を進め、コンピュータから人間へのコミュニケーション・インタフェイスを改善するために、そのモデルが利用されるであろう。

3.1.3 危うい未来

この枠組みの中で人間がMR, MMを失う危うい未来を想像することもできる。同時に、この考察は人間とコンピュータの立場を入れ替えて考えれば現在のコンピュータにとって世界がどの様に見えているかを示唆することにもなる。

・コンピュータによる人間支配(MR+MC+CR+CM+CC)

MMが欠如することつまり人間同士の交流が減少すると、人間は多くの時間をコンピュータとコミュニケートする事になる。すると人間からコンピュータへの働きかけ(MC)が可能であっても、コンピュータの能力が各個人よりも高いためにコンピュータに支配されているという印象が強くなるだろう。

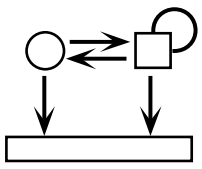

図５．コンピュータによる人間支配

○：人間(M)、□：コンピュータ(C)、▭：現実環境(R)

・仮想現実に生きる人間(MM+MC+CR+CM+CC)

極限作業ロボットのように現実世界と接する部分をコンピュータにまかせるようになったり、仮想的な旅行などが実現するなどして、人間が直接に現実世界と相互作用する機会が減少する。そして、仮想現実に生きる人間は身体の退化が起こるかもしれない、また現実とのインタフェイス（ロボットなど）が異なれば、同じ頭脳を持っていても外界の見え方が全く異なってくるのでもはや違う生き物になってしまうだろう。

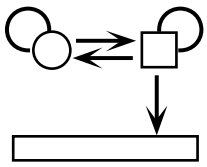

図６．仮想現実に生きる人間

○：人間(M)、□：コンピュータ(C)、▭：現実環境(R)

4. 最後に

人間と同様な能力をもつ知的システムの開発には、CM、CC、CRの３技術が必要であるが、最も難関となる技術はCRであろう。

なぜなら、CMでは働きかける相手が人間なので、人間側がコンピュータの意図を理解しようと努力したり人間の訓練、学習が可能である。また、CCではあらかじめルールを決めて標準化することなども可能である。これに対して、CRの相手である外部環境はぶっきらぼうで、コンピュータに対して何も気を使ってくれないので、CRの開発は難しいと思われる。

以上のようにしてコンピュータがこのまま順調に発達すると、いずれは知的能力において我々人類を凌駕するであろう。このときに人間が現実世界に直接働きかける事や人間同士の交流を忘れるならば、かなり危うい未来が訪れると予想される。