

50年後の函館を設計する
-情報処理が描く50年後の世界像-
知能サイバーシティ

大沢 英一

公立はこだて未来大学

内容

コンピューティングパワー

知能化の必要性

遍在性

都市 (街) のサイバー化

議論

1. コンピューティングパワーに関する予想

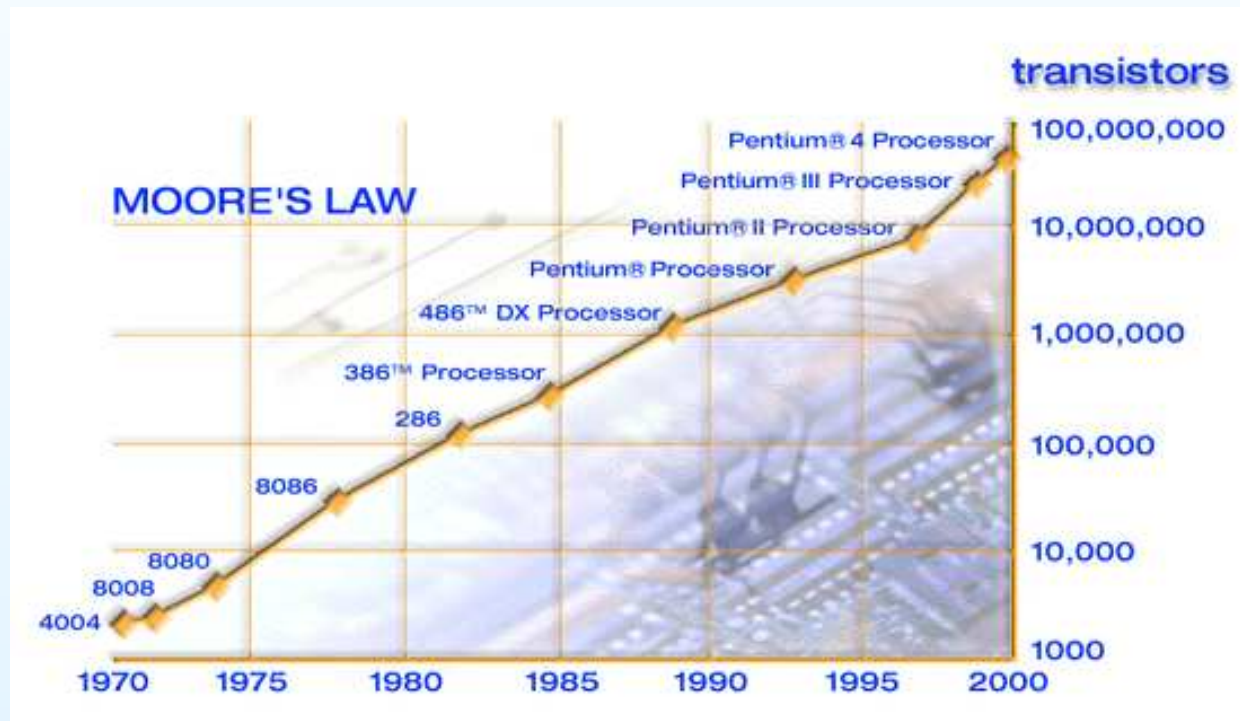
ムーアの法則 (Gordon Moore, 1965)

「半導体の集積密度は 18~24ヵ月で倍増する」

1. コンピューティングパワーに関する予想

ムーアの法則 (Gordon Moore, 1965)

「半導体の集積密度は 18~24ヵ月で倍増する」



<http://www.intel.co.jp/>より引用

1. コンピューティングパワーに関する予想

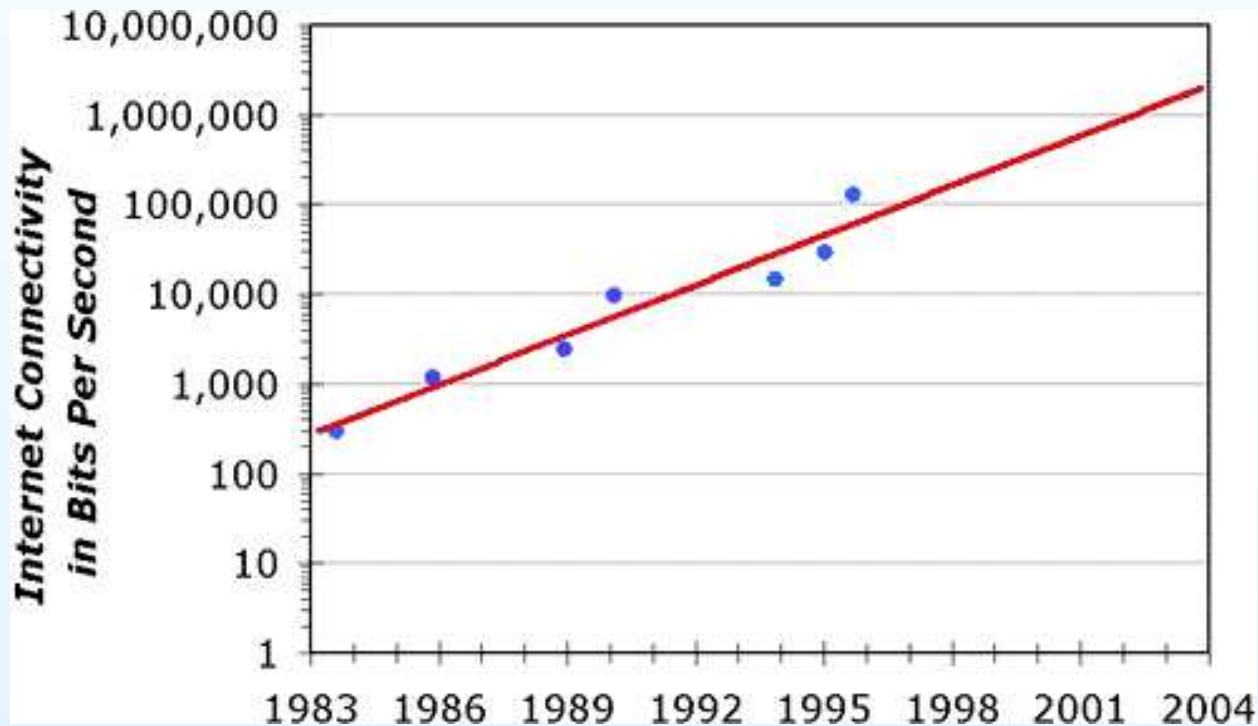
インターネット 帯域幅に関するニールセンの法則 (Nielsen)

「ハイエンドユーザの接続スピードは毎年 50%増加する」

1. コンピューティングパワーに関する予想

インターネット 帯域幅に関するニールセンの法則 (Nielsen)

「ハイエンドユーザの接続スピードは毎年 50%増加する」



<http://www.usability.gr.jp/>より引用

1. コンピューティングパワーに関する予想

	年間成長率	10年分の成長分
インターネット帯域幅	50%	57倍
コンピュータパワー	60%	100倍

1. コンピューティングパワーに関する予想

- 2004年のコンピュータ クロック: 3GHz, メモリ: 1GB, ディスク: 100GB, ネットワーク: 10Mbps

1. コンピューティングパワーに関する予想

- 2004年のコンピュータ クロック: 3GHz, メモリ: 1GB, ディスク: 100GB, ネットワーク: 10Mbps

キロ (kilo, K): 10^3

メガ (mega, M): 10^6

ギガ (giga, G): 10^9

テラ (tera, T): 10^{12}

ペタ (peta, P): 10^{15}

エクサ (exa, E): 10^{18}

ゼッタ (zetta, Z): 10^{21}

1. コンピューティングパワーに関する予想

- 2004年のコンピュータ クロック: 3GHz, メモリ: 1GB, ディスク: 100GB, ネットワーク: 10Mbps

先の二つの法則に従えば,

1. コンピューティングパワーに関する予想

- 2004年のコンピュータ クロック: 3GHz, メモリ: 1GB, ディスク: 100GB, ネットワーク: 10Mbps

先の二つの法則に従えば,

- 2034年のコンピュータ クロック: 3PHz, メモリ: 1PB, ディスク: 100PB, ネットワーク: 2Tbps

1. コンピューティングパワーに関する予想

- 2004年のコンピュータ クロック: 3GHz, メモリ: 1GB, ディスク: 100GB, ネットワーク: 10Mbps

先の二つの法則に従えば,

- 2034年のコンピュータ クロック: 3PHz, メモリ: 1PB, ディスク: 100PB, ネットワーク: 2Tbps
- 2054年のコンピュータ クロック: 30EHz, メモリ: 10EB, ディスク: 1ZB, ネットワーク: 10Pbps

1. コンピューティングパワーに関する予想

- 2004年のコンピュータ クロック: 3GHz, メモリ: 1GB, ディスク: 100GB, ネットワーク: 10Mbps

先の二つの法則に従えば,

- 2034年のコンピュータ クロック: 3PHz, メモリ: 1PB, ディスク: 100PB, ネットワーク: 2Tbps
- 2054年のコンピュータ クロック: 30EHz, メモリ: 10EB, ディスク: 1ZB, ネットワーク: 10Pbps

現実的には半導体技術 (微細加工技術) の限界や物理的な (量子) 限界によりここまではいかない. 現在の半導体技術ではムーアの法則が有効なのは 2010 年代までであろうと言われている (c.f. 量子コンピュータの可能性)

2. 50年後のコンピューティングパワー

並列アーキテクチャや多重化を想定し，ある程度現実的(?)な50年後のコンピュータ能力として以下を仮定してみる．

クロック：10PHz，メモリ：10PB，ディスク：1EB，ネットワーク：
20Tbps

2. 50年後のコンピューティングパワー

ある程度，現実的 (?) な 50 年後のコンピュータ能力として以下を仮定してみる．

クロック：10PHz，メモリ：10PB，ディスク：1EB，ネットワーク：20Tbps

HDTV(1Gbps) で 24 時間の映像を記録すると 10PB．CD(2Mbps) で 24 時間の音を記録すると 0.02PB．

3. 問題点

- 大量のデータを保持し，高速に処理し，高速に通信できるようになったとしても，現在のような情報蓄積・検索の技術やインタラクションの形態では人間はそれを有効に扱うことは出来ないだろう

3. 問題点

- 大量のデータを保持し，高速に処理し，高速に通信できるようになったとしても，現在のような情報蓄積・検索の技術やインタラクションの形態では人間はそれを有効に扱うことは出来ないだろう
- 大量のデータの中から，目的に有益に寄与する情報を効率よく取り出す (抽出，推論，予測する) 技術が必要になる

3. 問題点

- 大量のデータを保持し，高速に処理し，高速に通信できるようになったとしても，現在のような情報蓄積・検索の技術やインタラクションの形態では人間はそれを有効に扱うことは出来ないだろう
- 大量のデータの中から，目的に有益に寄与する情報を効率よく取り出す (抽出，推論，予測する) 技術が必要になる
- 膨大な情報を持つコンピュータシステムと自然に会話できる技術が必要になる

3. 問題点

- 大量のデータを保持し，高速に処理し，高速に通信できるようになったとしても，現在のような情報蓄積・検索の技術やインタラクションの形態では人間はそれを有効に扱うことは出来ないだろう
- 大量のデータの中から，目的に有益に寄与する情報を効率よく取り出す (抽出，推論，予測する) 技術が必要になる
- 膨大な情報を持つコンピュータシステムと自然に会話できる技術が必要になる

⇒ 具体的にどのようなアプローチが必要になるのか？

4. アプローチ – 知能化 –

- 能動性 (予測と合目的性)

4. アプローチ – 知能化 –

- 能動性 (予測と合目的性)
- 信頼性の高い意志決定

4. アプローチ – 知能化 –

- 能動性 (予測と合目的性)
- 信頼性の高い意志決定
- 高度な記憶のメカニズム (インデックス, エピソード記憶, 連想記憶, 情報の自己組織化)

4. アプローチ – 知能化 –

- 能動性 (予測と合目的性)
- 信頼性の高い意志決定
- 高度な記憶のメカニズム (インデックス, エピソード記憶, 連想記憶, 情報の自己組織化)
- 情報の抽象化, 学習

4. アプローチ – 知能化 –

- 能動性 (予測と合目的性)
- 信頼性の高い意志決定
- 高度な記憶のメカニズム (インデックス, エピソード記憶, 連想記憶, 情報の自己組織化)
- 情報の抽象化, 学習
- 高度な対話機能 (意図の理解)

4. アプローチ – 知能化 –

- 能動性 (予測と合目的性)
- 信頼性の高い意志決定
- 高度な記憶のメカニズム (インデックス, エピソード記憶, 連想記憶, 情報の自己組織化)
- 情報の抽象化, 学習
- 高度な対話機能 (意図の理解)
- 情報の保護 (v.s. 情報の流通)

4. アプローチ – 知能化 –

- 能動性 (予測と合目的性)
- 信頼性の高い意志決定
- 高度な記憶のメカニズム (インデックス, エピソード記憶, 連想記憶, 情報の自己組織化)
- 情報の抽象化, 学習
- 高度な対話機能 (意図の理解)
- 情報の保護 (v.s. 情報の流通)

4. アプローチ – 知能化 –

- 能動性 (予測と合目的性)
- 信頼性の高い意志決定
- 高度な記憶のメカニズム (インデックス, エピソード記憶, 連想記憶, 情報の自己組織化)
- 情報の抽象化, 学習
- 高度な対話機能 (意図の理解, 社会性)
- 情報の保護 (v.s. 情報の流通)

コンピュータシステムはエージェント (高機能自律) 化していく。

4. アプローチ – 知能化 –

- 能動性 (予測と合目的性)
- 信頼性の高い意志決定
- 高度な記憶のメカニズム (インデックス, エピソード記憶, 連想記憶, 情報の自己組織化)
- 情報の抽象化, 学習
- 高度な対話機能 (意図の理解, 社会性)
- 情報の保護 (v.s. 情報の流通)

コンピュータシステムはエージェント (高機能自律) 化していく。

情報社会はマルチエージェント社会となる。

5. 遍在性

コンピュータの能力向上とネットワークの発達にともない、上記の特性を備えたコンピュータシステムが生活環境のありとあらゆる場所に埋め込まれていく (遍在性と相互運用性)

5. 遍在性

コンピュータの能力向上とネットワークの発達にともない、上記の特性を備えたコンピュータシステムが生活環境のありとあらゆる場所に埋め込まれていく (遍在性と相互運用性)

⇒ ユビキタスコンピューティング

5. 遍在性

コンピュータの能力向上とネットワークの発達にともない、上記の特性を備えたコンピュータシステムが生活環境のありとあらゆる場所に埋め込まれていく (遍在性と相互運用性)

⇒ ユビキタスコンピューティング

⇒ 都市のサイバー化

6. サイバーシティ

- 都市をメタファとした情報空間の構築 \implies デジタルシティ

6. サイバーシティ

- 都市をメタファとした情報空間の構築 \implies デジタルシティ
 - 仮想現実感都市

6. サイバーシティ

- 都市をメタファとした情報空間の構築 \implies デジタルシティ
 - 仮想現実感都市
 - コミュニティ支援

6. サイバーシティ

- 都市をメタファとした情報空間の構築 \implies デジタルシティ
 - 仮想現実感都市
 - コミュニティ支援
- 現実の都市を情報技術により拡張する \implies サイバーシティ

6. サイバーシティ

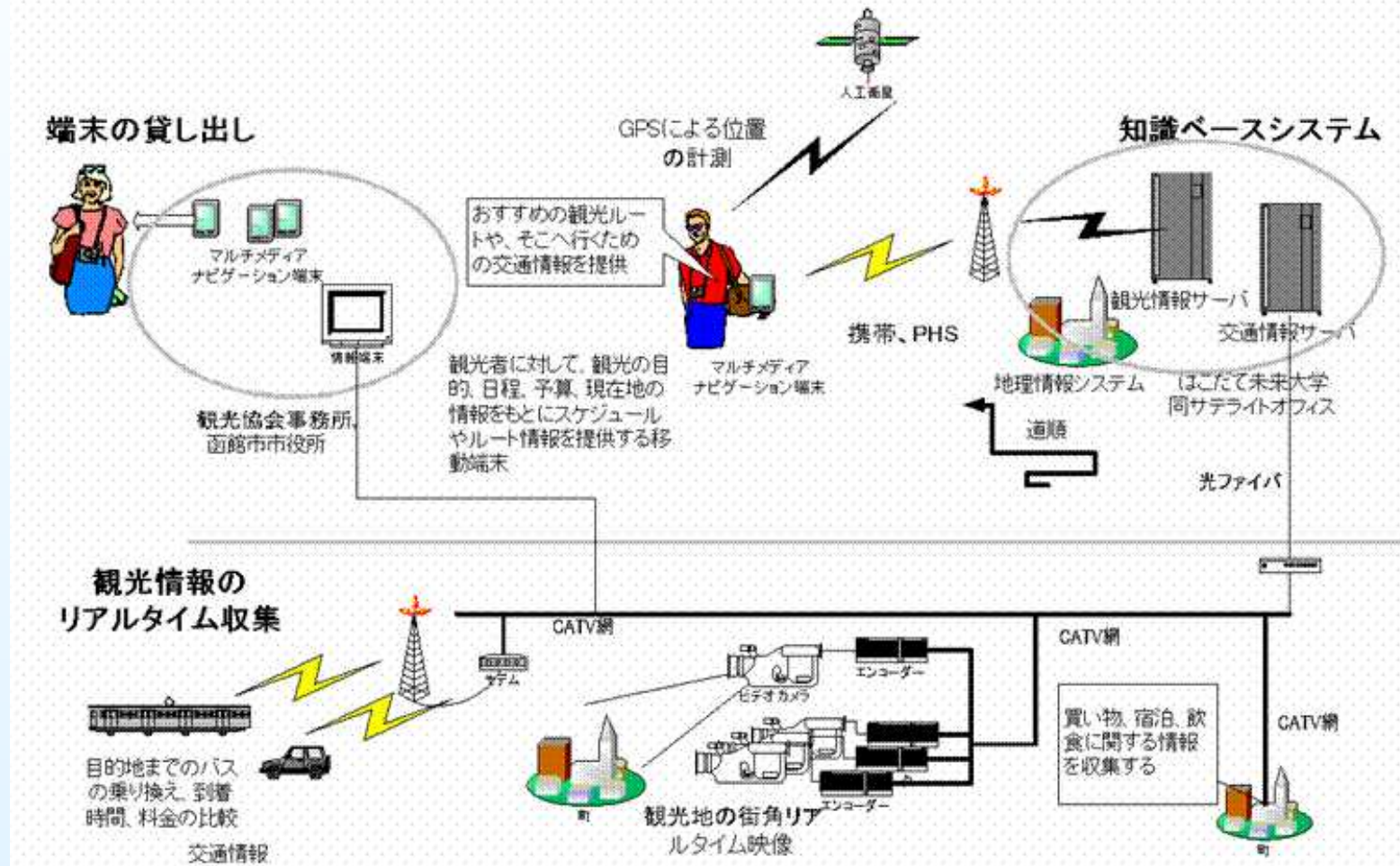
- 都市をメタファとした情報空間の構築 \implies デジタルシティ
 - 仮想現実感都市
 - コミュニティ支援
- 現実の都市を情報技術により拡張する \implies サイバーシティ
 - 拡張現実感都市

6. サイバーシティ

- 都市をメタファとした情報空間の構築 \implies デジタルシティ
 - 仮想現実感都市
 - コミュニティ支援
- 現実の都市を情報技術により拡張する \implies サイバーシティ
 - 拡張現実感都市
 - 人間の実世界での活動を情報技術により支援

サイバーシティ -現在のパイロットシステム

マルチメディアタウンナビゲーションシステム



6. サイバーシティにおけるインタラククション

- 多様なサービス, 多様な情報へのアクセス

6. サイバーシティにおけるインタラクション

- 多様なサービス, 多様な情報へのアクセス
- 多様な形態の相互作用

6. サイバーシティにおけるインタラクション

- 多様なサービス, 多様な情報へのアクセス
- 多様な形態の相互作用
 - 自然な対話

6. サイバーシティにおけるインタラクション

- 多様なサービス, 多様な情報へのアクセス
- 多様な形態の相互作用
 - 自然な対話
 - 意図の伝達

6. サイバーシティにおけるインタラクション

- 多様なサービス, 多様な情報へのアクセス
- 多様な形態の相互作用
 - 自然な対話
 - 意図の伝達
 - セキュリティの保証

6. サイバーシティにおけるインタラクション

- 多様なサービス, 多様な情報へのアクセス
- 多様な形態の相互作用
 - 自然な対話
 - 意図の伝達
 - セキュリティの保証
 - 統一的

6. サイバーシティにおけるインタラクション

- 多様なサービス, 多様な情報へのアクセス
- 多様な形態の相互作用
 - 自然な対話
 - 意図の伝達
 - セキュリティの保証
 - 統一的

⇒ 知能的でエージェント性を持ったシステムが必要

50年後の街

50年後の街 = あらゆるところにエージェント的知能が埋め込まれた情報環境

50年後の街

50年後の街 = あらゆるところにエージェント的知能が埋め込まれた情報環境

知能サイバーシティ

7. 議論

- コンピュータが高度に智能化し，人間に匹敵する合理的思考を手に入れたときに，人間はその非生物の実体の存在を受け入れられるか？

7. 議論

- コンピュータが高度に智能化し，人間に匹敵する合理的思考を手に入れたときに，人間はその非生物の実体の存在を受け入れられるか？
- 主体の経験に基づく主観情報の扱い