

通信情報量から見た

ネットダイブの可能性

*Dr. キッチュ

はじめに

情報処理に対する人類の指向は、インターネットを始めとした通信網にみられるように、より高速・大量の情報を送信する方向にあることは論を待たない。

さらに、情報通信世界においては、モールス信号に始った符号通信、搬送波変調による音声通信、TV等の画像通信というように、人間の感覚器官を延長するモデルに従って発展してきている。

この2つの指向から、情報通信の未来の形を考察した。我々はこの通信を、「ネットダイブ」と呼称する。ネットダイブとは、仮想現実感(Virtual Reality)を通信面に応用したものであり、可能な限りの五感すべてのチャネルによる通信を行うものである。

本報告では、ネットダイブにおける通信情報量を定量化し、その必要通信容量と、実現可能時期を推測するものである。

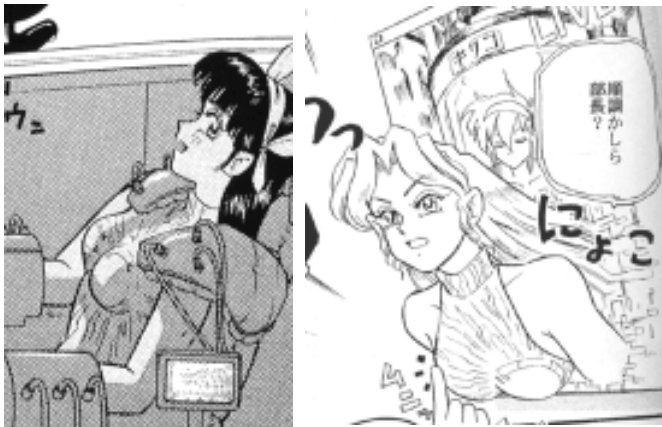


図1 コミック表現におけるネットダイブ概念

ネットダイブとは

「ネットワークに仮想的な人格が潜入し、情報の海を探索する」これが、文学的なネットダイブのイメージである。ダイバーは、五感に1/0するデバイスやウェアを装着し、仮想世界に没入する。この世界は、互いに高速な情報通信網の内部に形成されており、もう一つのコミュニティ世界を形成している(図1、文献1)。

まったくSFかコミックの世界のようであるが、月旅行を夢想したヴェルヌの夢が実現した現在において、このような空想を笑ってはいけなない。なぜなら、人間のもつ根本的指向が、このような世界を実現するべく科学技術を発展させてきたのである。

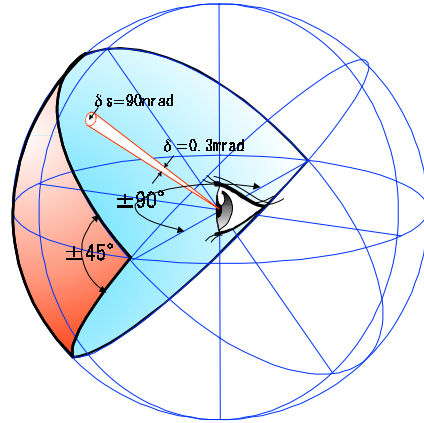
* 超越科学研究所・ワークスキッチュ
マッドサイエンス学会正会員
Laboratory of Hyper-Science
Tokyo JAPAN
dr_kitsch@muf.biglobe.ne.jp

ネットダイブにおける情報通信容量の推定

人間は目の動物であると言われている。ネットダイブにおいても、この視覚機能の実現が第一のテーマとなるであろう。

ここで、人間の視力をシミュレートできる情報量を検討する。(図2)

視力1.5程度の場合、その最小認識角度は



1/4球表面を、人間の視界と考える。視力1.5の角度分解能を0.3mradとすると、球への投影面積を1pixelの画素と考えた場合、図の領域でのトータル画素数は、sで領域を割った数である。

図2 視野立体角のPixel換算

$$=0.3[\text{mrad}](\text{ミリラジアン}) \quad (1)$$

程度であるから、立体角に換算すると

$$s=90[\text{nrad}](\text{ナノラジアン}) \quad (2)$$

と考えられる。

通常の視界範囲として、左右±90度、上下±45度の立体角空間は約 [rad]と見込めるので、必要な画素数Pxは、

$$Px=\pi/90E-9 = 3.49E7[\text{pixel}] \\ = 8355 \times 4178[\text{pixel}] \quad (3)$$

である。

これを1秒間に120回書き換える場合、各画素の情報量を32bitとして、1秒あたりの全情報ビットBsは

$$Bs=3.49E7 \times 120 \times 32 \\ = 1.34E11 [\text{bit/sec}] \quad (4)$$

の情報量が必要になる。

ここで、視神経にこの情報を注入する場合を考える。人間の視力は、網膜の最も高感度な白斑部分以外はその認識力が著しく低下することは知られている。したがって、特殊用途である以外は、先の情報量を間引き圧縮することが可能である。

視野中心から周辺部にかけて、1画素あたりの情報量をlogスケールで圧縮する場合、情報量を最終的に32-4ビットまで圧縮するとすると、先ほどの情報量Bsは、

$$Bs' = Bs / (8^2 \times 3) = Bs / 192 \quad (5)$$

に圧縮できる。このため、必要な情報量Bs'は、

$$Bs' = 3.49E7 / 192 = 1.81E5[\text{pixel}] \\ = 6.98E8[\text{bit/sec}] \quad (6)$$

で十分である。

実際の人間の視神経でも、上記と同様な間引き処理を盲点付近で行っていると考えられる。

1つの視神経の直径を10um、視神経束の直径を5mmとすると、視神経本数Nは1眼球あたり

$$N = (5E-3^2 * \pi) / (10e-6^2 * \pi) = 2.5E5 \text{ [本]} \quad (7)$$

となる。この本数は、最初に推定した圧縮後ピクセル数 1.81E5[pixel]と同じオーダーであり、本推論の正しさが確認できる。

ネットダイブ実現時期の推定

ネットダイブに必要な視覚における通信量が推定できた。他の体感覚としては、聴覚に 2.1Mbit/sec 程度、体表面感覚でもせいぜい 2E8[bit/sec] もあれば十分であろう。従って、ネットダイブに必要な仮想空間を表現するための情報量 Bt は

$$Bt = 1 \sim 2Gbit/sec \quad (8)$$

であれば十分である。

ここで、現在のネットワーク回線の通信速度から、上記通信が処理可能な年代を推定する。手法は、文献2,3と同じく年代を横軸、通信速度を縦軸(Logスケール)としてプロットした図を用いた。

検討した項目は、通信速度、CPUパワー、3Dグラフィック能力などである。

3Dグラフィック能力は、先の仮想現実感を3D情報に基づき、画像データとしてレンダリングするために必要なものである。詳細は省くが、3D人物の表現のためには、最低

$$73M \text{ [ポリゴン / sec]} \quad (9)$$

の描画速度が必要であることがわかっている。

では、これらの図から、式8,9で要請された条件を満たす年代を求めてみる。

通信速度は1 ~ 2Gbit/secであるから、

$$\text{イントラネット経由} \quad 2011 \text{ 年} \quad (10)$$

$$\text{通信回線(モデム/TA)経由} \quad 2019 \text{ 年} \quad (11)$$

という時期が推定される。

同様に、3Dグラフィック描画処理能力からは、

$$73M \text{ [ポリゴン / sec]} \quad 2009 \text{ 年} \quad (12)$$

となる。

むろん、このほかにも感覚器官への双方向通信という厄介な課題があることは判っている。現在の研究では、神経伝達物質であるイオンを駆動するイオンポンプによる神経I/O素子が有望である。構造体にフラレンやナノチューブ(特異構造をもったカーボン高分子)を使えば、疑似ニューロンとしての素子を実現できるであろう。

まとめ

1999年現在、まるで絵空事とも思える「ネットダイブ」を実現するための条件を詳細に検討した。

その結果、意外にも2019年までには、既存技術の延長線上で実現可能であることが判明した。

CPU Power Trend

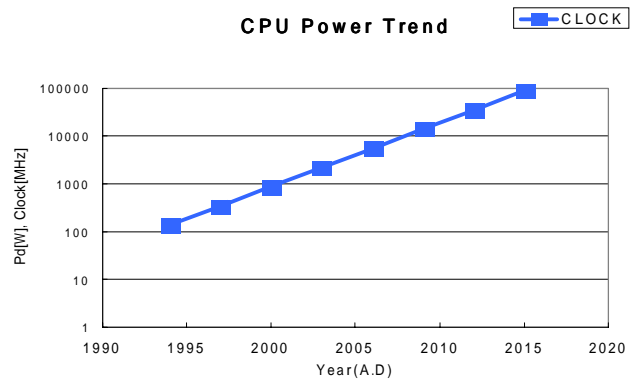


図3 CPU処理能力の推移(文献3より)

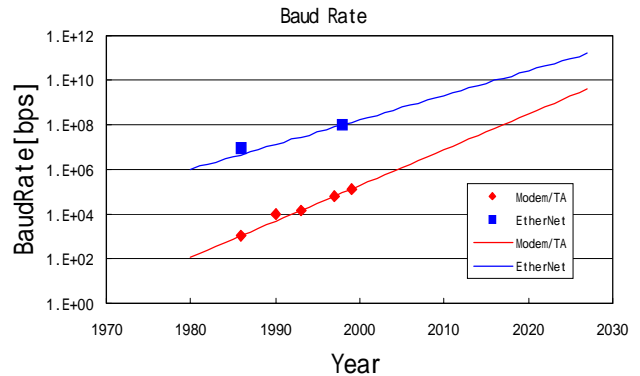


図4 通信速度の推移(イントラ, 通信回線)

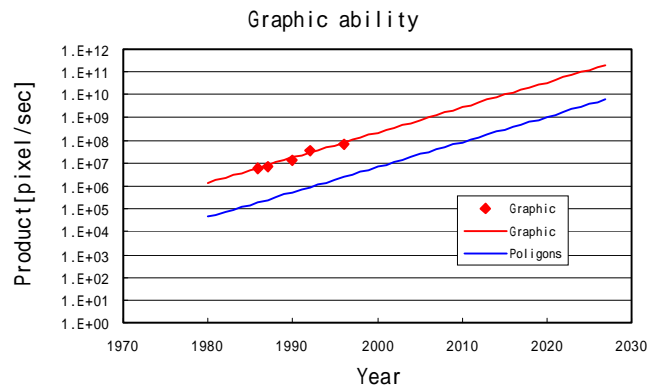


図5 3Dグラフィック描画処理能力の推移(ポリゴン毎秒)

検討過程においては、視神経を中心に画像情報量を構造的に計算した。

この過程で、人間の視覚情報は間引き圧縮がされている可能性が明らかになった。この量を視神経束から逆算して、妥当性が高いことも判明した。

文献4に見られるように、新しいメディアの原野における牽引力は「性」である。ネットダイバーも、この「性」が牽引役となることは間違いなし。まこと、20年後が楽しみである。

参考文献

- 1) BlueBook Report #2/ ネットダイバー1 ~ 5
- 2) T.M.S.R. Vol.12 「98 アーキテクチャの危機と展望」
- 3) T.M.S.R. Vol.23 「CPU高速化における熱問題について」
- 4) T.M.S.R. Vol.24 「WWWネットワークにおける性的関心度の計測」