

QOS に基づいた電子メディアツールの評価

岡村耕二 田中裕之 荒木啓二郎
奈良先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

我々は、電子メディアの提供するサービスの品質 (QOS=Quality of Service) と、その電子メディアを用いたコミュニケーションの品質が関連深いことに着目した。本稿では、心理学におけるヒューマンコミュニケーションモデルの「技術的問題」「意味的問題」「効果上の問題」を、我々が電子メディアツールの提供するサービスの品質として定義した「単一メディアの品質」、「メディア間同期の品質」と結び付けて定量化を行なった。更にサービスの質が異なる2つの環境上で実験を行ない、その結果に基づいて電子メディアの評価および考察を行なった。

Evaluation of Electric Media Tools based on QOS

Koji OKAMURA, Hiroyuki TANAKA and Keijiro ARAKI
Graduate School of Information Science
Nara Institute of Science and Technology

There are three level of problems in human communication model based on psychology, which are the technical problem, the semantic problem and the effectiveness problem. On the other hand, we defined two kind of quality of service of electric media, which are the quality of a medium and the quality of synchronization between media. We pay attention to relationships between communication and electric media. Then we fixed quantity of these problems of communication by quality of services of electric media.

We evaluate and study the quality of services of electric media tools by experiment of the communications on two kinds of electric media tools which support different quality of services each other.

1 はじめに

近年の計算機やネットワークの高速化、大容量化によってネットワークや計算機といった、いわゆる電子メディアによるコミュニケーションツールの利用が可能になりつつある。例えば、マルチキャスト [1] を用いてインターネット上でリアルタイムに音声データの送受信を行なうことのできる vat や画像データの送受信を行なうことのできる nv といったコミュニケーションツールの実用的な利用が期待されている [2]。

電子メディアを用いたコミュニケーションツール上で行なわれるコミュニケーションの品質は、システムが提供するサービスの品質 (QOS=Quality of Services) と密接な関係がある。しかしながら、一般的に、ハードウェアである電子メディアが提供する QOS は、単位時間当たりに保証して行なわれる処理量で表されており、そのような数値からその電子メディア上で行なわれるコミュニケーションの品質を予測することは困難である。

我々の研究の目的は、電子メディアを用いたコミュニケーションの実験を通じて、電子メディアが提供するサービスの品質に基づいて電子メディア上でのコミュニケーションの品質の定量化を行なうことである。

本稿では、心理学におけるヒューマンコミュニケーションのモデルに基づいて、電子メディアツールを用いたコミュニケーションの品質を定量化し、実際に具体的な実験を行ない、その実験結果に基づいて評価および、考察を行なったことを報告する。

2 ヒューマンコミュニケーションと電子メディアツール

本章では、ヒューマンコミュニケーションを心理学的側面から捉えたモデルをあげ、そのモデルと、電子メディアの関連を示す。

2.1 ヒューマンコミュニケーションモデル

心理学では、ヒューマンコミュニケーションの本質を捉えるために、様々なコミュニケーションモデルが提案され、議論されている [4]。その中で Weaver は、コミュニケーションモデルにおいて、共通的な問題を、以下の三つのレベルに分類している [6]。

(1) 技術的問題

技術的問題は、送り手から受け手へのコミュニケーションのシンボルがどれだけ正確に伝達されるかということに関連している。

(2) 意味的問題

意味的問題は、伝達されたシンボルがどれだけ正確に意図した意味を伝えられるかということに関連している。

(3) 効果上の問題

効果上の問題は、受け手に伝えられた意味がどれだけ効果的に意図した方法で受け手の行動に影響を及ぼすかということに関連している。

これらの問題に対して Shannon は、技術的問題についてのコミュニケーションモデルを図 2-1 のように示している [7]。

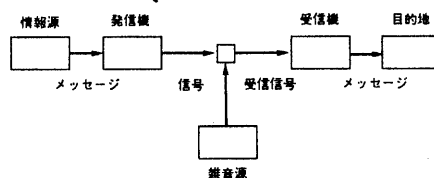


図 2-1: Shannon のモデル

このモデルは、コミュニケーションを電気通信のような送り手から受け手への一方的情報の伝達として捉え、そこでの技術的な情報伝達の問題を考慮している。送り手と受け手の間でのメッセージの忠実度、あるいは正確性、効率性、迅速性、それらを妨げる雑音などが中心の問題である。

一方、Berlo は、コミュニケーションの精度 (受け手に及ぼす効果) について論ずるなかで、コミュニケーションの構成要素に着目したモデルの提唱を行なった [4][5]。

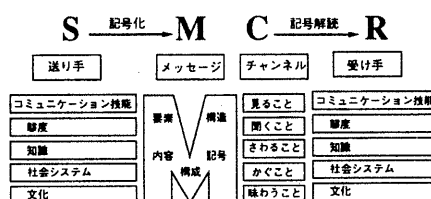


図 2-2: Berlo のモデル

日常のコミュニケーションの過程においては、送り手の意図した内容が受け手に十分に伝わらない場合があるが、その原因には送り手および、受け手のコミュニケーション技能、メッセージやチャンネルの特性などを考えることができる。

Berlo のモデルにおけるコミュニケーションは、図 2-2 に示すように、送り手、メッセージ、チャンネル、受け手の 4 つの要素からなる [8]。図 2-2 では、送り手 (S) の意図した内容が記号化されメッセージ (M) とし

てチャンネル (C) を通じて受け手 (R) に記号解読されることによって、どの程度受け手に送り手からの意図した内容が受容されるかという効果 (影響) の過程を示している。

Berlo は、コミュニケーションの効果を決定する要因として、送り手と受け手におけるコミュニケーション技能、態度、知識、社会システムにおける役割、文化的背景、メッセージにおける記号、内容、構成を、チャンネルにおける連結機構、媒介物、媒介物を搬送するもの、といった要素が複合的に絡み合っってコミュニケーションの効果を決定すると述べている。

2.2 電子メディアツールにおけるメディア

一方、電子メディアツールを用いたコミュニケーションにおけるメディアとは、情報が知覚され、表現され、蓄積され、また、伝えられる手段である [3]。メディアは、情報そのものであるメディアと、情報を扱う物理的なメディアに大別することができる。

情報そのものであるメディアのうち、ユーザによって知覚されるメディアは知覚メディアと呼ばれ、計算機間で相互交換されたり、蓄積されたりするために符合化された形式で記述されるメディアは表現メディアと呼ばれる。一方、物理的なメディアのうち、ユーザに対して、知覚メディアの入出力を行なうメディアは表示メディアと呼ばれ、表現メディアを蓄積するためのメディアは蓄積メディア、伝送するためのメディアは伝送メディアと呼ばれる。蓄積メディアおよび伝送メディアは、データを相互交換するための手段として相互交換メディアと呼ばれる。

これらのメディアの関係を図 2-3 に示す。

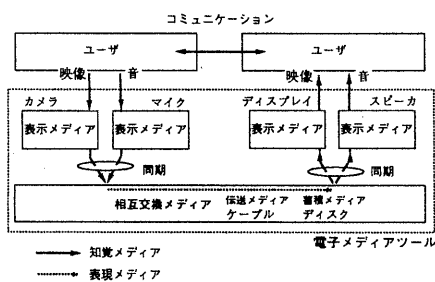


図 2-3: 電子メディア

図 2-3 の電子メディアツール上でコミュニケーションを行なう時の各メディアの処理を説明する。まず、音声や映像といった知覚メディアが表示メディアにとらえられ、その知覚メディアは表示メディアで機械可読な表現メディアに符合化される。表現メディアは相互交換メディアによって伝送、蓄積される。符合化され

た表現メディアは表示メディアで知覚メディアに複合化され、再生される。

コミュニケーションツールは、表示メディアや相互交換メディアといった電子メディアであるハードウェアとそれらの制御を行なうソフトウェアで構成される。その電子メディアを用いたコミュニケーションの品質は、表示メディアの解像度、知覚メディアと表現メディアの変換速度、伝送メディアの速度や容量、蓄積メディアへのアクセス速度といった、システムが提供する QOS に依存する。

2.3 ヒューマンコミュニケーションモデルと電子メディア

Weaver より、ヒューマンコミュニケーションの問題が「技術的問題」、「意味的問題」、「効果上の問題」のように三つに分類されていることを述べた。各レベルの問題と電子メディアの関係について述べる。

Snannon は、送り手と受け手の間でのメッセージの忠実度、あるいは正確性、効率性、迅速性、それらを妨げる雑音などを中心的問題としている。これらの問題点は、電子メディアツールにおける個々のメディアが提供する QOS に関連している。

一方、コミュニケーションの精度を論じている Berlo は、コミュニケーションの効果を決定する要因として、「送り手と受け手」、「メッセージ」、「チャンネル」における各要素が複合的に絡み合っってコミュニケーションの効果を決定すると述べている。電子メディアにおいて、メッセージは知覚メディアや表現メディア、チャンネルは表示メディアや相互交換メディアに対応する。我々は、Berlo のメッセージとチャンネルにおける各要素の絡み合いは、異なった QOS を提供する種々のメディアの組合せと対応することに着目した。複数メディアの組合せはメディア間同期として扱うことができるため、我々はコミュニケーションの意味的な問題はメディア間同期と関連していると考えた。

3 電子メディアツールの QOS

我々は、電子メディアツールの QOS の定義を行ない、コミュニケーションにおける技術的問題点と意味的問題点と対応させた。

電子メディアツールが扱うマルチメディア処理では、音声や映像といった知覚メディアの連続性の性質に従って、その表現メディアを時系列で連続的に定義している。マルチメディアとは、複数種類のこれらの表現メディアを扱う特性であり、各表現メディアは互いに関連付けられている。

我々は、電子メディアツールにおけるメディアの QOS として、メディアの持つ連続性とメディア間の関連づけを考慮して、単一メディアの品質と、メディア間同期の品質に着目した [9]。

一方、これら電子メディアツールの品質とコミュニケーションの問題を対応させると、単一メディアの品質は、技術的な問題点に直接関連し、メディア間同期の品質が意味の問題点に直接関連していると考えられることができる。

次にそれぞれの品質を、音声や映像の送受信をする場合を例にとり、電子メディアにおいて定義を行ない、その定義と電子メディアを用いたコミュニケーション上の問題点との関連について述べる。

3.1 単一メディアの品質

電子メディア

電子メディアにおける単一メディアの品質は、単位時間当たり処理されるメディアの単位数である時間的解像度と、そのメディアの一単位の品質である空間的解像度で表現することができる [10]。

例えば、音声の時間的解像度は、サンプリング周波数であり、空間的解像度は、量子化ビット数である。映像の時間的解像度は、単位時間当たり処理される画像のフレーム数であり、空間的解像度は、フレームサイズおよびピクセル数である。

ヒューマンコミュニケーション

ヒューマンコミュニケーションにおける技術的問題は、いかにシンボルが正確に伝達されたかということに関連しているが、これは、電子メディアツールにおける各単一メディアの品質と直接的に関連している。各メディアの時間的解像度および空間的解像度が高ければ、高いほど、技術的問題は解決される。また表示メディア上で各チャンネルのシンボルがどのくらい正確に伝達されたか定量的に測定することによって、ヒューマンコミュニケーションの技術的問題の定量化をすることができる。

3.2 メディア間同期の品質

電子メディア

電子メディアで、互いに関連のある複数の知覚メディアが、表示メディアでとらえられた時と同じタイミングで再生されるためにはメディア間の同期を取る必要がある。しかしながら、受信側で、送信時と全く同じタイミングで、複数メディアの再

生を行なうことは困難である。我々はこのような電子メディアにおける同期のずれの度合をメディア間同期の品質と定義した。

ヒューマンコミュニケーション

ヒューマンコミュニケーションにおける意味的問題は伝達されたシンボルがどれだけ正確に意図した意味を伝えられるかということに関連しているが、我々はその問題を解決する一つの要因として、電子メディアツールにおけるメディア間同期の品質に着目した。コミュニケーションにおいて、ある意味を複数の知覚メディアで伝える場合、それらの複数の知覚メディアを、送信した時と同じ精度のタイミングで、受信側で再生する必要があるからである。

4 実験

我々は、異なる品質を提供する電子メディア上でのコミュニケーションの実験を行ない、その実験結果の解析および評価を行なった。

ただし、使用したハードウェアは、各メディアの QOS の保証はできなかったため、高い品質が提供される場合と、低い品質の場合という観点で定性的な評価を行なった。

4.1 実験環境

実験は、奈良先端大から映像と音声の発信を行ない、LAN で接続されている奈良先端大内で受信する場合と、インターネットを経由して九州大学で受信する場合について実験を行なった。

実験に用いたハードウェア、ソフトウェアおよびネットワークの説明を行なう。

ハードウェア

・ワークステーション

奈良先端大からの送信用として、SPARC station2 を用いた。受信側は、奈良先端大では DEC station 3000/25、九州大学では SPARC IPX を用いた。送信用の奈良側の SPARC にはビデオボードが挿入されている。受信側にはビデオボードは不要であるが、音声の再生が行なえる必要がある。

ソフトウェア

・オペレーティングシステム

コミュニケーションツールのオペレーティングシステムには、IP マルチキャストが組み込まれている。

- ・ vat
vat は、カルフォルニア大学バークレイ校 Lawrence Berkeley Laboratory (LBL) の Van Jacobson と Steven McCanne が開発した X Window ベースの音声会議ツールである。
- ・ nv
nv (NetVideo) は、XEROX PARC の Ron Frederick が開発した X Window ベースのビデオ会議ツールである。

ネットワーク

- ・ LAN
奈良先端大の送信側 (SPARC station2) と奈良先端大の受信側 (DEC3000) は 10Mbps の Ethernet で接続されている。
- ・ インタネット
奈良先端大の送信側 (SPARC station2) と九州大学の受信側 (IPX) は、インタネットを経由して接続されている。奈良先端大と九州大学は、WNOC-Kyoto 経由で接続されており、奈良先端大から WNOC-Kyoto までは 768Kbps、WNOC-Kyoto から九州大学までは 192 Kbps の専用線で接続されている [12]。

図 4-1 に今回の実験で使用したネットワークを示す。

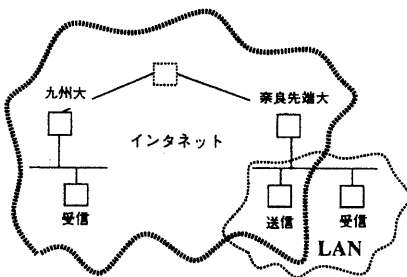


図 4-1: ネットワーク

4.2 実験内容

送信側のワークステーションから、ビデオテープに録画した映像と、音声の送信を行ない、受信側のワークステーションで受信した映像と音声の再生を行なった。

実験結果の記録として、奈良先端大の送信側、受信側および、九州大学の受信側の表示メディア (映像と音声) の録画を行なった。図 4-2 に録画した表示メディア (ディスプレイ) の例を示す。

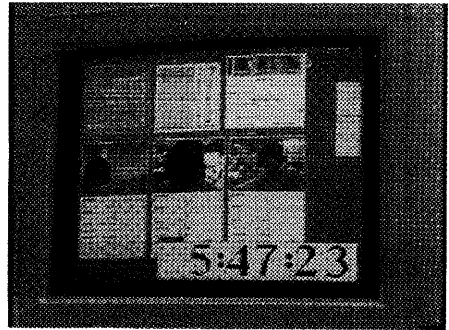


図 4-2: 録画した表示メディア (ディスプレイ)

5 解析と評価

実験によって録画された結果を「単一メディアの品質」および「同期の品質」に基づいて解析、評価を行なった。

5.1 実験結果の解析

音声

音声の品質の解析は、5 秒単位で行ない、喋っている内容がわかるか、わからないか、という観点で解析を行なった。

画像

画像の品質の解析は、新しい画像が表示される時間の解析を行なった。

解析は、10 分間分の撮影結果について行なった。

図 5-1 および、5-2 に解析結果をあげる。図中、直線は音声の、●は映像のデータを示す。太い直線は、喋っている内容がわかった区間であり、細い直線は、わからなかった区間である。また、映像が変わった時刻を●で表している。

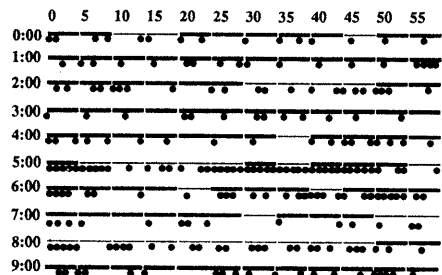


図 5-1: LAN 上の解析結果

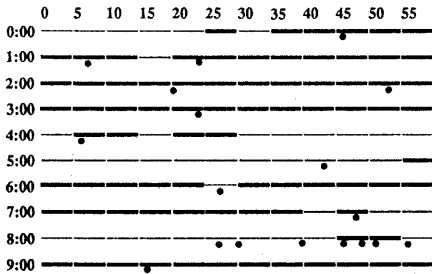


図 5-2: インタネット上の解析結果

5.2 評価と考察

本実験の解析結果を、音声、映像の各単一メディアの品質と、音声と映像の同期の品質について評価を行ない、これらの品質とコミュニケーションの問題について考察を行なった。

単一メディアの品質

LAN の場合、音声はほとんど聞きとることができ、映像も 1、2 秒で 1 枚表示できる品質で受信することができた。一方、インタネットの場合、音声は、3 分の 2 くらいしか聞きとれず、画像は、1 分間に 1、2 枚程度を表示する品質で受信することができた。

メディア間同期の品質

LAN の場合、多くの場合、喋っている内容と画像が同期していた。これに対し、インタネットの場合、画像はほとんど静止画状態であった。

技術的問題は、まず、音声に関して、LAN では、シンボルがほとんど正確に伝わっているが、インタネットではかなりのシンボルを落していた。次に映像は、LAN とインタネットでは、時間的解像度は異なるが、伝達された 1 フレームに着目すると空間的解像度に関しては同程度であったと言える。

次に意味的問題であるが、LAN では、音声と映像が 1 秒単位で同期をしている必要がある内容の伝達が可能であり、インタネットでは、1 分単位で同期してよい内容の伝達が可能である。

6 まとめと今後の課題

本実験では、電子メディアツール上でのヒューマンコミュニケーションにおける技術的問題、意味的問題点、効果上の問題点の評価を行なった。技術的問題は

ある程度定量化することができたが、意味的問題や効果上の問題の定量化は困難である。今後はこれらの問題の定量化に取り組む予定である。また、本実験は、送信側から一方的に送信する実験であったが、双方向の送受信を行なう形態についても考察中である [11]。

我々は、オペレーティングシステムレベルで QOS の保証を行なう環境 [13] を構築中であり、本研究で示した方法を用いて、その環境におけるコミュニケーションの評価を行なう予定である。

謝辞

実験に協力して下さった九州大学の平原研および、奈良先端大の荒木研、福田研の皆様に感謝致します。また、本実験には WIDE インタネットワークを利用させて頂き、WIDE プロジェクトの皆様にも感謝致します。

参考文献

- [1] Steve Deering, "Host Extensions for IP Multicasting, RFC1112," Stanford University, August 1989.
- [2] Stephen Casner and Stephen Deering, "First IETF Internet Audiocast", *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, pp.92-97, 1992.
- [3] 安田, "マルチメディア符合化の国際標準", 丸善株式会社, 1991.
- [4] 猪俣, "組織のコミュニケーション論", 中央経済社, 1992.
- [5] 原岡, "人間とコミュニケーション", (株) ナカニシヤ出版, 1990.
- [6] W.Weaver, "Recent Contributions to the Mathematical Theory of Communication", *The University of Illinois Press* 1949.
- [7] C.E.Shannon, "The Mathematical Theory of Communication", *The University of Illinois Press* 1949.
- [8] D.K.Berlo, "The Process of Communication: An Introduction to Theory and Practice", *Holt, Rinehart and Winston, Inc* 1960.
- [9] 岡村、吉川、稲垣、荒木, "QoS 指定可能なマルチメディアモデルの提案", 情報処理学会マルチメディア通信と分散処理ワークショップ 1993.
- [10] Tokuda, H., Tobe, Y., Chou, S.T.-C. and Moura, J. M. F.: "Continuous Media Communication with Dynamic QOS Control Using ARTS with and FDDI Network," *In Proceedings of ACM SIGCOMM '92*, August, 1992.
- [11] 岡村、田中、荒木, "QoS に基づいたマルチメディアアプリケーションの評価", 第 1 回 JAIN CONSORTIUM シンポジウム 1994.
- [12] WIDE プロジェクト研究報告書 1992.
- [13] 岡村、吉川、稲垣、荒木, "PDE-II の概要~QOS に基づいたマルチメディア処理モデル~, 情報処理学会, 第 48 回全国大会, 1994.