

マルチメディア通信におけるヒューマンウェアの研究(1) 視線検出装置を用いたマルチメディア情報評価に関する検討

小宮一三¹・金井典彦²・百瀬桂子¹

¹ 電気電子工学科

² 大学院工学研究科電気工学専攻

Humanware on Multimedia Communications (1) Study on Evaluation of Multimedia-Information using Eye Movement

Kazumi KOMIYA¹⁾, Norihiko KANAI²⁾, Keiko MOMOSE¹⁾

Abstract

In order to design the optimum presentation in multimedia communication such as teleconferencing system, the relations between human factors and multimedia information were studied. Measurements of eye's movement were carried out to clarify the rule of multimedia such as voice, image and character in information transmittance. This paper describes experimental results and discuss their relations for the evaluation of multimedia presentation.

Key Words: humanware, eye movement, multimedia

1. 研究目的

情報通信サービスのパーソナル化、マルチメディア化に向けた研究開発が活発に進められているなか、マルチメディア通信会議についても急速な勢いでパーソナル化の波が押し寄せている。この流れには既存のテレビ会議システムのデスクトップ化とパーソナルコンピュータのマルチメディア化の2つの流れが存在する。特に後者は、パーソナルコンピュータあるいはワークステーション利用によるマルチメディア通信サービスの進展方向と一致しており、API (Application programming interface) の構築並びに規格統一に伴う多彩なアプリケーション開発が期待されている。しかしながら、これらのシステムは従来のパソコン通信に対して映像および音声メディアを加えたことが基本となるため、マルチメディア通信会議における使い勝手の点で必ずしも満足できるものでない。

すなわち、真の意味でパーソナルユースを実現するために、ユーザの利用形態に則したヒューマンインターフェースをより基本的なレベルから検討することが重要な課題となっている¹⁾²⁾。

本研究では、このような視点から通信会議において基本となるマルチメディア情報の表示の問題を取り上げた。マルチメディア情報の表示においては、まず文字、画像、音声等の情報メディアの役割を明らかにすることが基本と考えられる。そこで本研究では視線検出装置を用い情報に対する人間の反応を客観的に測定評価することを実験的に検討した³⁾。

2. マルチメディア情報表示における情報メディアの役割に関する検討

通信会議システムの使い勝手の向上を目指す際、如何にマルチメディア情報を提示するか重要な課題である。

マルチメディアは情報メディアが豊富になった反面それらをどのように提示すればどのような効果があるか等基本的な事柄が従来明確ではなかった。しかもこれはマルチメディアシステム設計の本質に係わる問題である。

本章では人間の情報に対する反応をもっともよく評価できるツールとして視線検出装置を用い、マルチメディア情報の表示法と人間の反応について実験的に検討した。得られたデータの分析と一般化については現状で十分でないが、基本的事項が解明されつつあり、今後さらに詳細化を行う予定である。

2. 1 実験装置

(1) 視線検出装置

視線検出装置は観察者がどこを見ているか、その視線がどのような軌跡をたどるかを記録し、分析することより反応（興味、理解等）を測定する装置である。測定の基本原理は角膜反射方式の眼球運動検出方法にもとづいている。眼の前方位置の照明用 LED は角膜（凸レンズ）によって虚像が瞳内部にできる。この虚像は眼が移動し

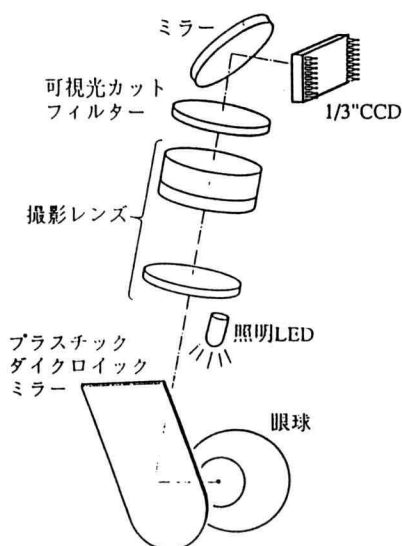


図1 視線検出装置の主要部の構成

てある角度のものを見たとき移動する。また、この移動量と視野内の距離は簡単な比例関係にあるため、視線の動きと視野内の位置の動きの対応が取れる。図1に視線検出装置の主要部の構成を示す。

(2) 実験構成

図2に実験構成ブロック図を示す。視線検出装置（ナック製）およびカメラコントローラで捕らえた被験者の視線をビデオデッキで記録し、またデータプロセスユニットを介してディスプレイに視線移動軌跡を表示したり、パソコンでのデータ解析（停留点の座標、時間等の算出）を行う。また、マルチメディア情報表示部としてはワークステーション（表示部17インチ）を用いる。

2. 2 実験方法

本研究では、第一段階としてマルチメディア情報に対する視線移動の基本特性を明らかにする目的で以下の実験を行う。

(1) 実験1. 文章と図の混合画面に対する反応

図の種類によって文章の読み方（視線移動）にどのような差異が現れるか、図としてグラフと幾何模様を表示し、視線移動状況を測定する。図3に実際に実験で使った画面を示す。図3(a)は画面全体の構成を示し、(b)(c)は実際に使用した画面の一部を拡大して示している。

(2) 実験2. 文章と図の混合画面に音声が付加した場合の反応

実験1に音声加わると文章の読み方（視線移動）にどのような差異が現れるか、音声が無い場合と文章の部分を音声で聞かせる場合の視線移動状況を測定する。

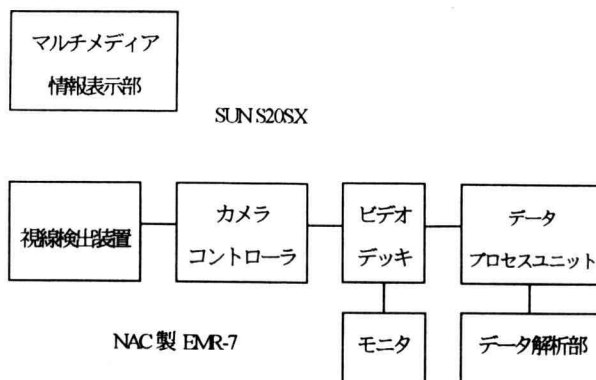
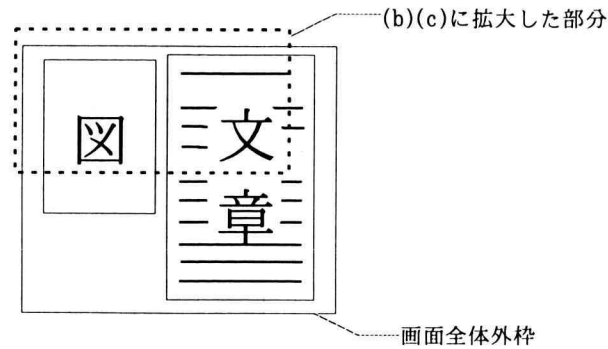
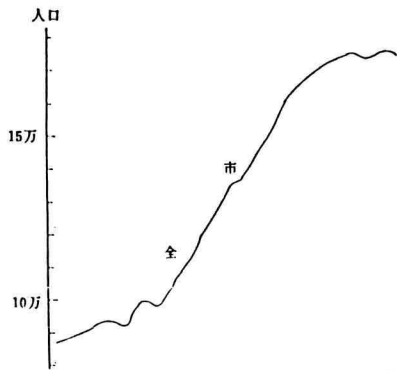


図2 実験装置の構成



(a) 画面全体構成の略図



鎌倉市の人口の推移

鎌倉市は、鎌倉、腰越、深沢、大船地区により成り立っていて、総面積39.53平方キロメートル、人口約17.5万人を有する。

鎌倉市域における1950年からの人口動態

(b) 文章+折れ線グラフ

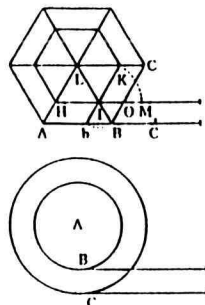


図1 ガリレオ「新科学対話」におけるアリストテレスの回転の説明図

1. アリストテレスの回転とガリレオ

今日でも数学愛好家が話題にする「アリストテレスの回転」はアリストテレスの「機械学」に由来するが、アリストテレス自身の作でないとされている。

図1をみれば判明するように中心を同じくす

(c) 文章+幾何模様

図3 実験1で使用した提示画面

(3) 実験3. 一般的静止画像の表示に対する反応

視線移動と記憶（理解度）にはどのような関係があるか調べるため、一般的静止画像（絵画等）を一定時間見てもらった後で内容について質問し、正解率を測定する。

(4) 実験4. 通信会議を想定し、文章の音読者と聴取者のそれぞれの反応

視線検出装置を2セット使用し、同一文章画面に対し、

一方が音声の読み手、他方が音声の聞き手となった時双方の観察箇所、視線移動にどのような差異が現れるか測定する。情報としては漢字混じり文（漢字使用率、0%、27%、38%）を用いる。なお、今回は通信回線を経由せず直結とする。

2.3 実験結果と考察

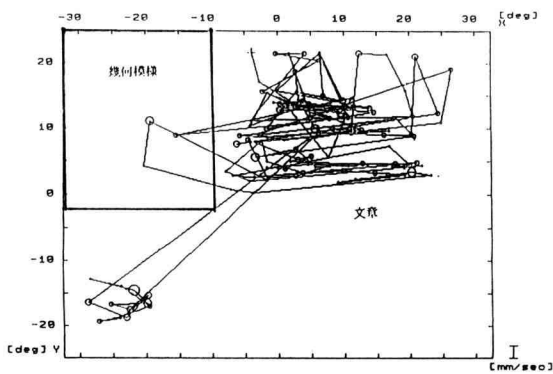
(1) 実験 1

被験者 10 名 (大学生) により文章と図の種類 (折れ

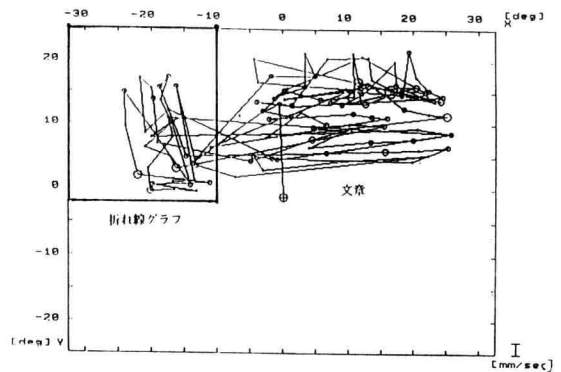
線グラフ、幾何模様) と移動回数の差を調べた結果を表

1 に示す。また、測定に使用した移動状況を示す視線軌

跡データ例を図 4 に示す。表 1 に示すように移動回数グ

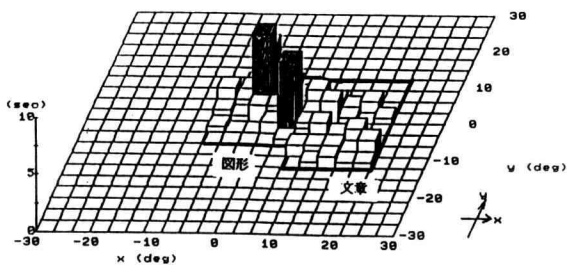


(a) 幾何模様+文章の結果

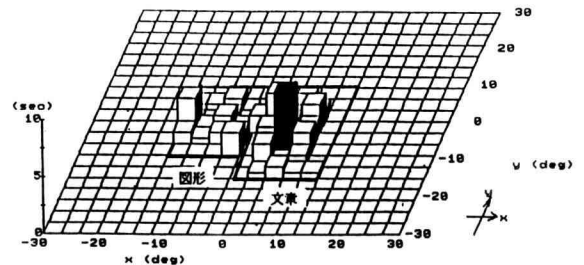


(b) 折れ線グラフ+文章の結果

図 4 実験 1 : 文章と図の視線移動状況データ例



(a) 音声を加した場合



(b) 音声を加しない場合

図 5 実験 2 : 音声の有無における累積停留時間分布の一例

ラフの方が多くなる傾向であった。これはグラフそのものは経験上観察者がなじんでおり、文章との適当な往復で理解が進むためと思われる。一方、幾何模様は過去見たこともないものであり、当初図を見た後、文章をじっくり読んでから再度図の方へ行くとと思われる。

（２）実験２

被験者１０名（大学生）について、音声の有無の各場合に文章と図の混合画面に対する視線の停留時間の測定結果を表２に示す。図５に音声の有無における累積停留時間の方向分布の一例を示す。図中で、太線で囲まれた部分は図の位置である。また、 x 、 y 軸は眼の移動角度、 z 軸は累積停留時間である。表２に示すように音声に加わると、図の方を見ている時間が長くなる傾向が現れた。これは音声の補助により文章を見なくても理解できるためと図に集中できるためと思われる。

（３）実験３

被験者４名（大学生）により画像のみからなる画面を対象に、視線移動状態の中でとくに停留性（一定時間視線が止まる状態）と記憶力の関係を調べたところ、停留点に対応した事項の正解率が高いことが示された。停留点を２秒とした場合、停留点がある場合の正解率が７１．４％、不正解率２８．６％、であったのに対し、停留点がない場合の正解率は３７．５％、不正解率６２．５％であった。

（４）実験４

被験者４名（大学生）により漢字混じり文を対象に音声の読み手と聞き手の双方の視線移動の状況を測定した。全体的に聞き手に比べて読み手の方が文章を追う速度が速かった。ひらがなだけでなく漢字が含まれた方が両者の速度が近く、視線の動きはほぼ共通していた。この場合双方の視線移動の同期には、漢字が深く関わっている

といえる。読み手が音声を一時停止すると、両被験者の視線の移動に違いが現れた。また、音声が再開したときは、再び聞き手も音声に追従した。これらの結果から、音声を一時停止すれば文章にこだわらない視線の動きを考えると考えられるので、聞き手の確認を促すために所々一時停止は必要であろう。

２．４ マルチメディア情報表示に関する知見

以上の実験を通じてマルチメディア情報の表示に関する知見を示す。

- 文章と図からなる情報においては図に視線が集中し、文章は補助的役割になる。但し、文章の文字サイズ、量との関係はさらに検討する必要がある。
- 文章と図からなる情報に音声に加わると、図への視線の集中が強調され、文章はさらに補助的役割になる。
- 停留点密度分布、停留時間と記憶（理解度）は密接に関連する。
- 通信会議における情報表示については、読み手、聞き手の関係においてはほぼ同期がとれる。しかし受信側での復号器の遅延、解像度の違いなどを組み入れた測定が必要である。

３．まとめと今後の課題

マルチメディア通信とくに通信会議においてヒューマンインターフェース向上の視点から情報の表示手法について基礎的検討をおこなった。情報の表示については視線移動を測定することにより情報評価をおこなうことを実験的に検討し、マルチメディア情報表示に関するいくつかの知見を得た。さらにより一般化に向け検討を進める必要がある。今後は基礎検討を継続するとともに、具

表１ 実験１ 文章と図に対する視線移動測定結果

視線移動回数の差	人数（１０人中）
折れ線グラフ＞図形	５人
等しい場合（差がない）	２人
折れ線グラフ＜図形	２人
解析不能	１人

表２ 実験２ 音声の有無に対する測定結果

累積停留時間の差	人数（１０人中）
音声有り＞音声無し	６人
等しい場合（差がない）	２人
音声有り＜音声無し	１人
解析不能	１人

体的な通信会議システムを構築しデータを収集する予定である。

謝辞

視線移動測定の実験と解析において、多大なご協力をいただきました吉原隆次君ならびに山田範征君に感謝いたします。

参考文献

- (1) 小宮：”テレマティクスおよびマルチメディア通信の標準化動向”画像電子学会誌、Vol.24, No.3, PP.256, (1996)
- (2) K. Komiya et al. : "Future Image input technologies for multimedia applications" SID, 13-1, (1995)
- (3) 金井他：”視線検出装置を用いたマルチメディア情報評価に関する一検討”テレビジョン学会年次大会 30-3 (1996)