定常運用を必要とするサービスに対する音声を活用した監視システムの構築

東京工業大学理学部情報科学科
大野研究室
萩野 祐一
(学籍番号 94-3611-8)

平成 9 年度 卒業論文

指導教官 大野浩之 講師

1998 年 2 月 10 日

目 次

第 1 章　はじめに **4**

第 2 章　研究の背景 **5**
2.1　定常運用を必要とするサービスの運用 5
2.2　監視作業の問題点 5
2.3　関連研究 6

第 3 章　音声利用の有用性 **8**
3.1　聴覚の特徴 8
3.2　stetho システム 8
3.2.1　stetho システムの概要 8
3.2.2　実用性 10

第 4 章　音声を利用した定常運用を必要とするサービスの監視作業 **11**
4.1　監視作業における音声の利用 11
4.2　監視作業支援システムの提案 11

第 5 章　監視作業支援システム **13**
5.1　設計 13
5.1.1　システム概要 13
5.1.2　メッセージフォーマット 13
5.1.3　監視部 15
5.1.4　監視情報配送部 16
5.1.5　表現部 17
5.2　実装 18
5.2.1　メッセージフォーマット 18
5.2.2　監視部 19
5.2.3　監視情報配送部 19
5.2.4　表現部 19

第 6 章　監視作業支援システムの評価 **21**
6.1　実験概要 21
6.2　実験方法 21

6.2.1 実験内容 21
6.2.2 実験環境 22
6.2.3 動作結果 22
6.3 評価 23

第 7 章 今後の課題 **27**

第 8 章 おわりに **28**

図 目 次

3.1 tcpdump の画面出力例 9

5.1 システム全体像 14
5.2 メッセージフォーマット 15
5.3 ログインの流れ 16
5.4 ログアウトの流れ 17
5.5 表現部での流れ 18
5.6 スロット 20

6.1 実験系 22
6.2 監視情報配送部 23
6.3 監視部 24
6.4 音声表現部 25
6.5 表現部 (補助用画面表示) 26

第1章　はじめに

現在、インターネットの普及にともないコンピュータネットワークを介した通信が広く行われている。これにともないコンピュータネットワークを安全に運用管理することは必要不可欠である。コンピュータネットワークの管理作業とは、おもに運用状況を把握し障害があったら復旧することである。ネットワークは常に運用しているので管理者は常に状態を監視し続けなくてはならない。よって、管理者に慢性的な負担を与える。本論文では、このような常に状態を監視し続けなくてはならない管理作業の負担を軽減することを目的とする。

慢性的な負担は、管理者に見落としや勘違いなどのヒューマンエラーを引き起こす原因となる可能性がある。この負担の一つの要因は、管理者への情報が視覚的に提供されることが多いためである。視覚から得る情報にはテキストや画像が挙げられるが、情報を得る側の人間はその情報を提供するものを注視する必要がある。たとえば、コンピュータ等のディスプレイや、LED ランプ等を注視していなくてはならない。この問題を改善するために、テキストや画像による情報提供の補助を目的として音声による情報提供を提案する。音声はテキストや画像に比べて情報を得る側が特に意識しなくても認識できる状態にある。つまり、意識していなくて異音がすればそちらに注意が注がれるということである。そのため、管理者は音源に対して常に特別な注意をはらうことなく必要な情報を得ることができる。いままでテキストや画像によって視覚で認識できる情報で提供されてきた管理対象の状態を、音声を活用して支援する監視システムを構築する。

本研究では、定常運用が必要なサービスの運用を支援するシステムを設計し、実装した。本システムは、管理者はいくつかのサービスを同時に監視し、サービスが提供する監視情報を元に監視情報のメッセージを作成し、それらの情報を管理者に音声で提供する。また、このシステムを用いて実験を行なった。実験により、複数の監視対象から監視情報のメッセージを自動生成し、このメッセージを複数の管理者に対して音声を用いて伝達できることを確認した。

本システムを用いることによって、定常運用を必要とする複数のサービスを複数の管理者で音声によって監視できる。情報を音声で表現してマクロに監視することにより管理者の負担を軽減する。コンピュータネットワークに限らずさまざまな管理対象からの音声による情報提供を行うことによって、管理作業の負担の軽減を実現した。

本論文ではまず、2 章で研究の背景を述べ、3 章で音声を利用する有用性について述べ、４章で音声を利用した監視作業システムを提案する。5 章では４章で提案したシステムの設計と実装について述べる。6 章でシステムの評価について述べ、7 章で今後の課題を述べ、最後に 8 章でまとめを行う。

第2章　研究の背景

定常運用を必要とするシステムの管理作業は管理者へ大きな負担を与える。これは管理者への情報が視覚的に提供されることが多いことが原因である。視覚によって情報を得るためには、情報を得る側の人間はその情報を提供するものを注視する必要がある。

本章では、本研究で対象とする定常運用を必要とするサービスの管理の特徴について述べる。次に、これらのサービスの管理作業の特徴について述べる。そして最後に関連研究について述べる。

2.1　定常運用を必要とするサービスの運用

本研究で対象とする常に監視する必要のあるサービスには、例えばコンピュータネットワークの管理やサーバの管理などがあげられる。これらのサービスは定常的に運用する必要があるが、その状態は常に変化する可能性がある。このような常に状態が変化するサービスを管理するためには、管理者が常にそのサービスの状態を監視し続ける必要がある。このような特徴をもつサービスを、「定常運用を必要とするサービス」とする。

2.2　監視作業の問題点

管理作業は主に 2 つの作業から構成される。一つはサービスの運用状態の把握であり、もう一つは障害の復旧である。つまり管理対象の状態を常に把握し、異常があれば障害を取り除くことである。

状態の把握を行うためには管理対象を常に監視する必要がある。管理者は監視して得た情報から管理対象の状態を把握し、異常があれば障害を取り除く作業をする必要がある。つまり状態の把握を的確に行なわなければ障害復旧もできない。本研究では状態の把握を扱う。

例えばコンピュータネットワークの管理では、以下の状態を把握しなくてはならない [4]。

- ネットワーク全体が正しく動作しているか
- ネットワークがどのように利用されているか

具体的には以下のことを行なう。

- ネットワーク監視

- トラフィック解析

コンピュータネットワークの監視作業にはSNMP[5]などが広く用いられている。また、トラフィック解析にはNNStat[4]などが用いられる。

多くの場合、このようなサービスの状態を表す情報はテキストや画像によって提供される。管理者はこのテキストや画像から管理対象の状態を把握する。したがって、管理者はこのテキストや画像による情報を常に監視しなくてはならない。例えばコンピュータネットワークの管理ではコンピュータのディスプレイ等を注視し続ける必要がある。これは管理者への大きな負担となる。

また、管理者は複数のサービスを同時に監視する場合もあり、この場合には効率的に情報を把握する必要がある。複数の管理者が共同で管理することにより負担を分散させる方法もあるが、この場合も視覚に頼った情報提供を行なうと管理者に負担をかける。

2.3 関連研究

前節で述べたように、効率的に監視作業を行なうためには情報を効率良く把握する必要がある。そこで本節では効果的な情報表現についての関連研究について述べる。

情報の表現方法に関する研究は、情報を画像にして表現するビジュアライゼーションや、情報を音声にして表現するソニフィケーションなどの分野がある。

これらの情報の提供方法は次の2種類があると考えられる。1つは新聞やインターネット上のWebページなどに代表されるような、情報を知りたい人が能動的に情報を引き出す「PULL型の表現方法」であり、もう1つは、PointCast [6]や、LiveText [7]、ダイレクトメールなどに代表されるような、情報源から次々と情報を与えられる「PUSH型の表現方法」である。

これら2つの表現方法を常に運用するサービスの監視作業における情報という点から比較すると、情報を引き出すという操作の必要なPULL型の情報表現は常に監視する管理者に余計な負担を与えるのに対して、PUSH型の表現方法を用いると、管理者は次々と情報を提供される。これにより、前者は精密な状態把握を必要とする監視対象に向いていると考えられる。後者は管理者におおまかな状態把握を行なう場合に大きな負担をかけることなく情報を伝えることができると考えられる。

視覚による情報提供はPULL型の情報表現を行なうのに利点が多い。逆に、音声による情報提供はPUSH型の表現をしやすい。

- ビジュアライゼーション
  - PULL型
    新聞、wabページ
  - PUSH型
    PointCast、LiveText、ダイレクトメール
- ソニフィケーション

- PULL 型
  ラジオ
- PUSH 型
  stetho システム [1][2]

情報を音声にして表現し、PUSH 型の表現方法を用いる研究の一例として stetho システムがある。これについては次章で詳しく説明する。

第3章　音声利用の有用性

前章で述べたように、情報の表現方法にはビジュアライゼーションやソニフィケーションなどがある。本章では情報を音声によって表現することの有用性について述べる。

3.1　聴覚の特徴

テキストや画像を用いて視覚によって情報を得るためには、常に情報源に対して注意を払う必要がある。これに対して音声を用いて聴覚によって情報を得るには常に注意を払わなくても情報を得ることができる。これは人間の聴覚が常に利用可能な状態にあるからである。また、同時に複数の種類の音声を聞き分け、どの音がなっていたかを識別することができる。これによりそれぞれの音色や音程に別の意味を割り当てることにより同時に複数の情報を伝達することも可能である。

人間の耳には、2 音の振動数が簡単な比になっているほど協和して感じ、複雑な比になっているほど不協和に感じる性質がある [3]。この性質を利用して、安定した状態をあらわすには振動数の比が単純な比になっている音階で構成された音を同時にならす。危険な状態にあるときは振動数の比が複雑になっている音階を同時にならす事により、不協和な印象を与えることができる。例えば、振動数の比が 2 : 4 : 5 となっている構成音でアルペジオ[1] を行なえば安定した印象を与えることができ、隣接した半音 3 つを同時にならすことで不協和な印象を与えることができる。

3.2　stethoシステム

音声を用いたネットワーク管理支援システムとして stetho システム [1] [2] がある。本節では stetho システムについて述べる。

3.2.1　stethoシステムの概要

stetho システムは、1994 年から大野研究室において開発されてきたコンピュータネットワークのトラフィックを可聴化するシステムである。ネットワークトラフィックとはネットワーク上でどのようなパケットが流通しているかを示す情報である。ネットワークの利用状況は常に変化するので、トラフィックも同様に常に変化し続ける、このため、その情報

[1] 同じ和音の構成音を連続的に鳴らす演奏手法

量は膨大である。

ネットワークトラフィックを調べるための代表的な方法の 1 つとして、tcpdump コマンドが挙げられる。tcpdump を利用すると、パケットの送受信ホストや、プロトコル名、サービス名などの情報を文字の情報により得ることができる。tcpdump では以下の情報を得ることができる。

- 観測時間
- 送信ホスト
- 受信ホスト
- パケットの内容

ネットワークが混み合った場合には、30 秒間で 2000 行もの大量の情報が出力されることもある。このようにパケットが大量に観測された場合、tcpdump の出力は管理者が読みとるより前に画面上から消失してしまうので、状況を把握するのが困難である (図 3.1)。tcpdump は観測するパケットの条件を指定することが可能なので、異なる条件を指定した tcpdump を同時に実行して観測することが可能である。しかし、視覚によって集中して観測できるのは画面上の一点のみなので、複数の tcpdump が出力する情報を同時に読みとるのは困難である

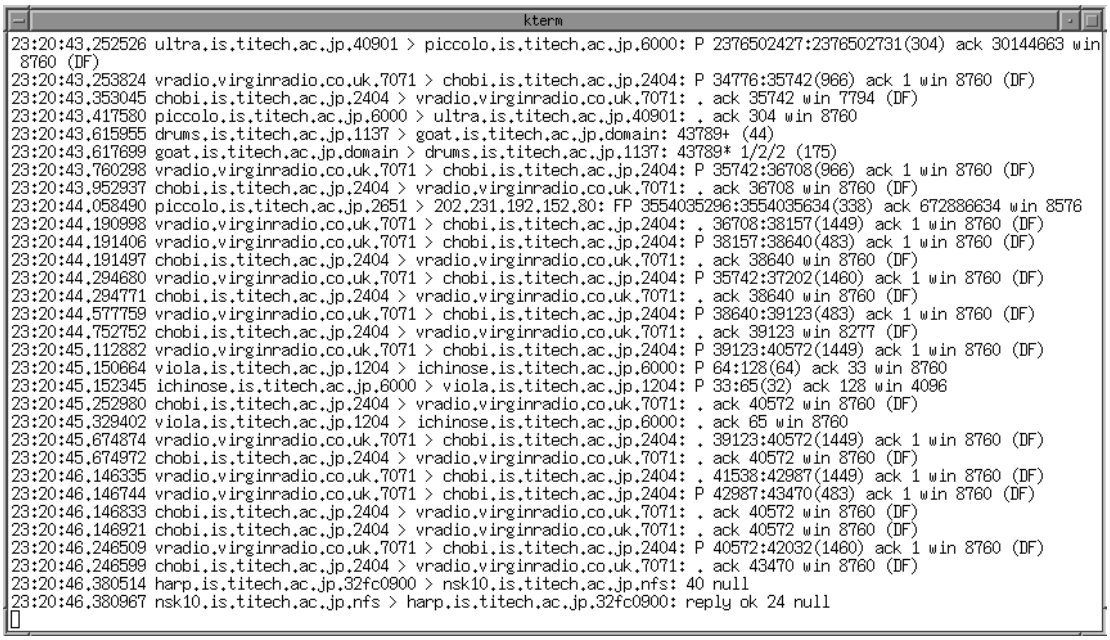

図 3.1: tcpdump の画面出力例

このように tcpdump を利用したネットワークトラフィック観測が困難であるのは、情報の量と種類が多いというネットワークトラフィック情報が持つ特徴に適した表現方法を用

いていない事が原因であると考えられる。ネットワークトラフィック情報が持つ傾向と聴覚の特徴をあわせて考えるとネットワークトラフィック情報は音で表現すると把握しやすくなる可能性が高いと考えられる。そこでネットワークトラフィックを音で表現するstethoシステムは考案された。管理者はこのstethoシステムを用いると医師が患者の状態を聴診器で聴くようにネットワークの状態を観測することができる。

stethoシステムではネットワーク上を流れる情報の単位であるパケットに注目し、その情報を音声で表現することによってネットワークトラフィックを表現している。stethoでの音声表現は、プロトコル１つ１つに対してメロディを割り当て、リアルタイムで音を流している。また、パケットの量を音量に反映させている。

stethoシステムではコンピュータネットワーク上に流れるパケットを監視し、パケットの種類に応じた異なる音色をならすことによって、管理者はネットワークトラフィックの状態をマクロに監視できる。また、パケットの流量を音声で認識できる所に特徴があり、ネットワークの異常をパケットの種類と流量より監視者が判断する。また、コンピュータネットワークの管理者以外の人間が聞いても、ネットワークに異常が無い状態の時に流れている音声を知っていれば、ネットワークが異常の時、普段と異なる音声が流れることで、その異常を容易に認識できる。

stethoを利用したサービスの１つとしてNetSound[8]がある。NetSoundは、インターネットを単なる情報伝達手段としてでなく世界の動きを表す指標として捉えて、その変化を音楽で表現するホームページである。NetSoundはWWWページとして実装されたユーザインタフェイスと、ネットワークトラフィックを観測し音楽で表現する観測ユニットからなる。つまりStethoシステムによってネットワークトラフィックを音楽化し、RealAudioを用いてインターネット上で閲覧できるようにしたシステムである。NetSoundは1996年から現在まで運用されている。

3.2.2 実用性

stethoシステムは、パケットの種類と音の対応を数分間の訓練で覚えることができるので、ネットワークに詳しくない人でもすぐにネットワークトラフィックの概要を観測できる。stethoシステムはネットワークトラフィック観測に対して高い有用性を持つことを確認している。

これより監視作業に音声を活用した支援を行なうことは、有効である。

第4章　音声を利用した定常運用を必要とするサービスの監視作業

前節で述べたように、監視作業に音声を利用することは有効である。本章では監視作業における音声の利用法について述べ、音声を利用した監視作業を支援するシステムを提案する。

4.1　監視作業における音声の利用

2.1 節で述べたように、本論文で想定する管理対象は、定常的に監視する必要のあるサービスの管理である。この管理情報を収集し管理者に最終的に音声を利用して伝達する。監視情報を表現する際に音声に工夫し特徴をつけることにより、管理対象の状態を管理者が容易に把握できるようにする。例えば監視対象のサービスが安定しているときには聞き手におちついた印象を与える音で表現し、監視対象が危険な状態にあるときは管理者の注意を引く音で表現することが挙げられる。

本研究では以下の 2 つの種類に分けて音声を取り扱う。

- 量を表現する音声

  監視対象が安全な状態であるか、また危険な状態であるかの判断を監視プログラムは行なわず、判断基準となる情報を音声にかえて表現し、安全または危険の判断は管理者が音声を聞いて判断する。前述の stetho システムはこちらの音声を用いている。

- 監視対象が危険な状態にあることを知らせる音声

  監視対象が危険な状態にあることをシステムが判断し、管理者に伝える

4.2　監視作業支援システムの提案

監視作業を支援するシステムには以下のような条件が要求される。

- 複数の監視対象の同時監視ができること

  管理者は複数のサービスを同時に管理する必要があることがある。

- 複数の管理者による共同管理作業ができること

  一つまたは複数の監視対象を共同で管理する。

- 監視情報を音声により表現できること

  情報を音声化することにより、管理者の負担を軽減すること

本システムは、先に述べた定常運用を必要とする複数のサービスを複数の管理者で監視し、情報を音声化してマクロに監視することにより管理者の負担を軽減することを目的とする。

第5章　監視作業支援システム

本章では４章で提案した監視作業支援システムの設計と実装について述べる。

5.1　設計

本節では、監視作業支援システムの設計について説明する。まず、システムの概要を述べ、次にメッセージフォーマットについて説明する。最後に本システムを構成する要素である監視部、監視情報配送部、表現部について述べる。

5.1.1　システム概要

本システムは監視対象から得られる監視情報から一定のメッセージフォーマットにしたがった文字ベースのメッセージを作成し、これを音声に変換して管理者に通知する。本システムは複数の種類の監視対象、複数の場所での監視を同時に監視し、複数の管理者に情報を提供する。このため本システムは、以下の３つの機構から構成される (図 5.1)。

1. 監視部監視対象を監視する監視部
2. 表現部監視情報を音に変えて管理者に伝える表現部
3. 監視情報配送部監視情報を表現部に伝え、表現部を管理する監視情報配送部

これら３つの機構とメッセージフォーマットについて次節で述べる。

5.1.2　メッセージフォーマット

複数の監視対象、複数の監視場所からメッセージは生成される。メッセージフォーマット (図 5.2) には以下の情報が含まれる。

- 監視対象

  複数の種類の監視対象に対応するために、監視対象ごとに通し番号をつける。

- 監視場所

  複数の監視場所で観測を行なうために、各監視場所ごとに通し番号をつける。

- 監視対象の状態

  監視対象が安定に動作しているか、もしくは危険な状態にあるか。

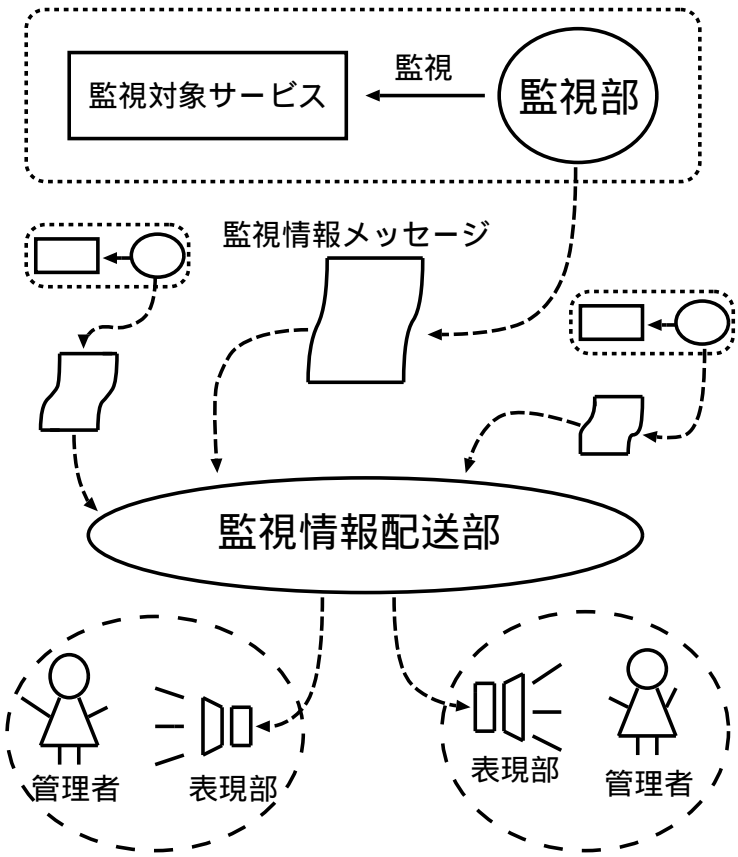

図 5.1: システム全体像

- 監視日時

  監視部が監視情報のメッセージを作成した日時

本システムの想定している監視とは、コンピュータネットワークの監視、アプリケーションの状態の監視、センサーを用いた実世界からの監視などで、定常的に運用する必要があり、監視情報がテキストや画像で提供されるものの監視である。したがって上述のメッセージフォーマットにおいて監視対象の状態は監視対象ごとに別のフォーマットで記述される。

次に、監視対象の状態を表すためにプライオリティを導入する。プライオリティとは監視対象のサービスが安定に運用しているか、または異常な状態であるのかを表すパラメータである。本システムは各監視対象のプライオリティをもとに管理情報を表現する際の優先順位を決定する。つまり、複数の監視対象があり、ある監視対象から送られた情報が、他の監視対象からの情報より重要であるならばこれを優先して管理者に伝える。

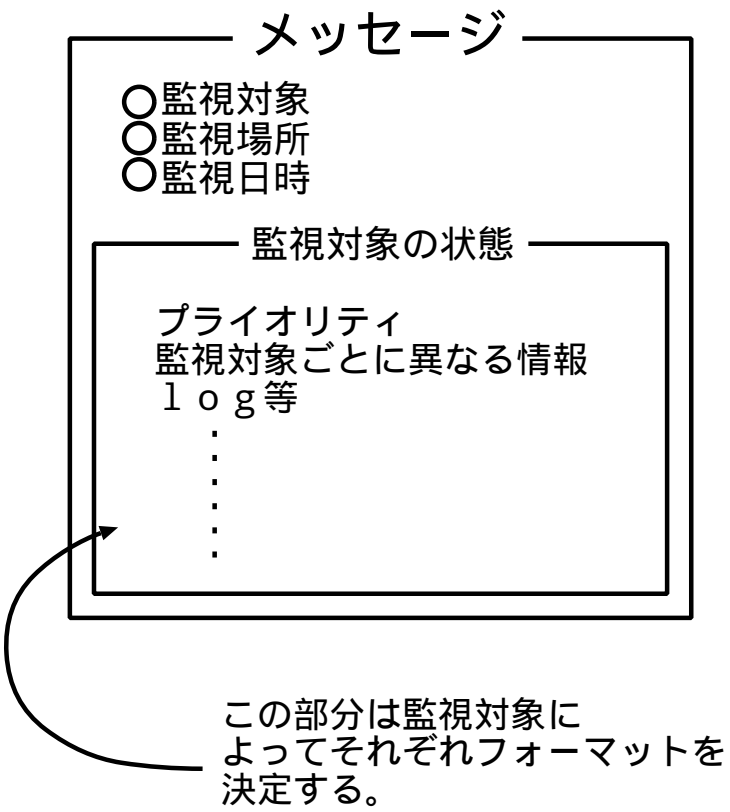

図 5.2: メッセージフォーマット

5.1.3 監視部

監視部は監視して得た情報から前述したメッセージフォーマットにしたがったメッセージを作成し、監視情報伝達部に送信する。メッセージは次の手順により監視情報配送部に送信する。

1. 監視情報の収集
   監視対象からテキストや画像によって提供される監視情報を収集する。
2. 監視情報の解析
   収集した監視情報から監視対象の状態が安定しているのか危険な状態なのか判断し、プライオリティを決定する。
3. メッセージの作成
   監視対象、監視場所、監視日時、監視対象の状態をもとにメッセージを作成する。
4. 監視情報配送部への送信
   表現部に配送してもらうために、監視情報配送部にメッセージを送信する。

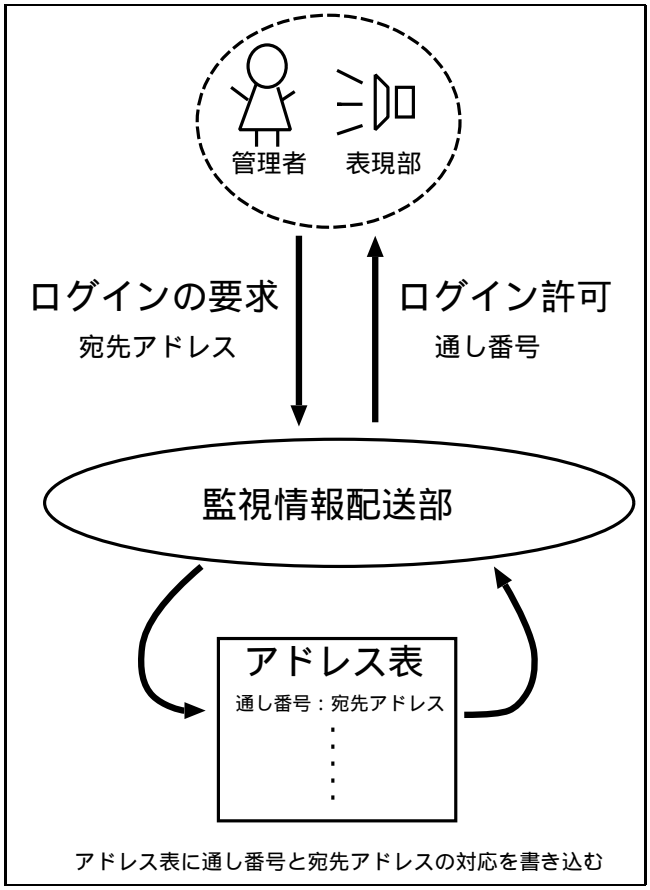

図 5.3: ログインの流れ

5.1.4 監視情報配送部

監視情報配送部は、監視部から送られて来たメッセージを表現部に配送する。すでに監視部でメッセージフォーマットに従ったメッセージを作成しているので、監視情報送信部は送られて来たメッセージに変更を加えず表現部に配送する。

監視情報配送部はメッセージ送信先の表現部が表現部の場所を知っている必要がある。そこで、表現部が監視情報配送部に対して「ログイン」「ログアウト」するという概念を導入し、表示部のアドレスを監視情報配送部が保持できるようにする。ログインは以下の手順で行なわれる。(図 5.3)

1. 表現部が情報の受信を開始するときに表現部自身のアドレスを監視情報配送部に送る。
2. 監視情報配送部は、表現部から送られてきたアドレスを保持し、そのアドレスに通し番号をつけて表現部に返送する。スロットとアドレスの対応は表現部が受信を終了するまで保持する。
3. 表現部から通し番号を受け取った表現部は通し番号を保持し、受信を開始する。

また、ログアウトは以下の手順で行なう (図 5.4)。

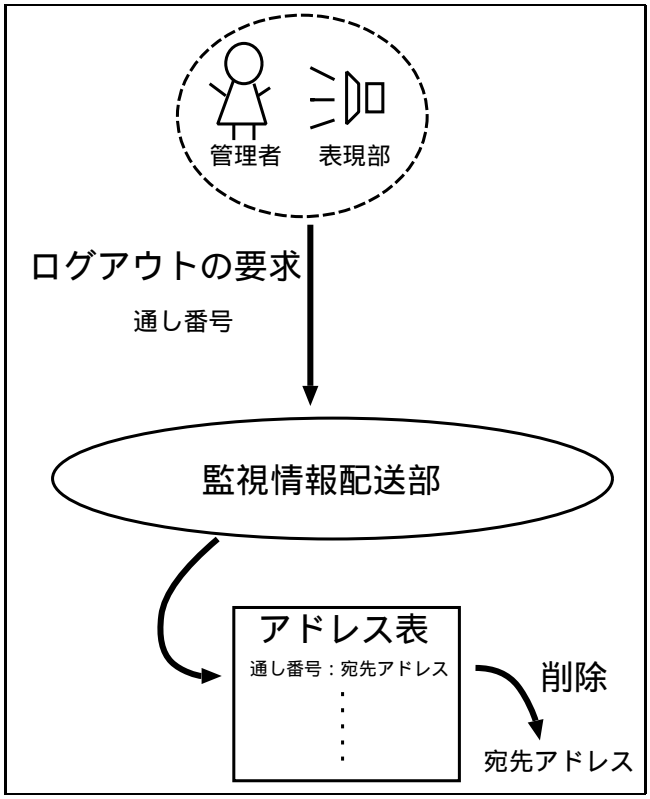

図 5.4: ログアウトの流れ

1. 通し番号を監視情報配送部に送る。
2. 監視情報配送部は、表現部から受け取った通し番号と対応するアドレスを破棄し、配送先のアドレス表を更新する。

監視情報配送部がアドレスを保持できる大きさには限界があるのでログインできる数に一定の上限を決める。この上限を越えた場合はそれ以上のログインを認めない。監視情報配送部は表現部からログイン要求を受けたときに、「ログイン」可である場合は通し番号を表現部に送る。「ログイン不可」である場合は通し番号は送らずに、ログイン不可であることを表現部に知らせる。

また、監視情報配送部はシステムを終了する時に、システムの終了を全ての表現部に知らせる。表現部はシステム終了を伝達されると監視情報の受信を終了する。

5.1.5 表現部

表現部は、送られてきた監視情報のメッセージを音に変換して管理者に伝える。音には聞く人間の主観によって印象が異なる。そこで、ある情報に対応する音色を管理者が自由に設定できるようにする。

表現部での処理の流れを以下に示す (図 5.5)。

1. 監視情報配送部からメッセージを受け取る。
2. メッセージから監視対象の種類を読みとる。
3. 監視対象ごとに設定した監視情報のフォーマットと比較し、監視対象の状態を認識する。
4. 監視対象の状態によって、音声の種類を決める。
5. 音声を出力する。

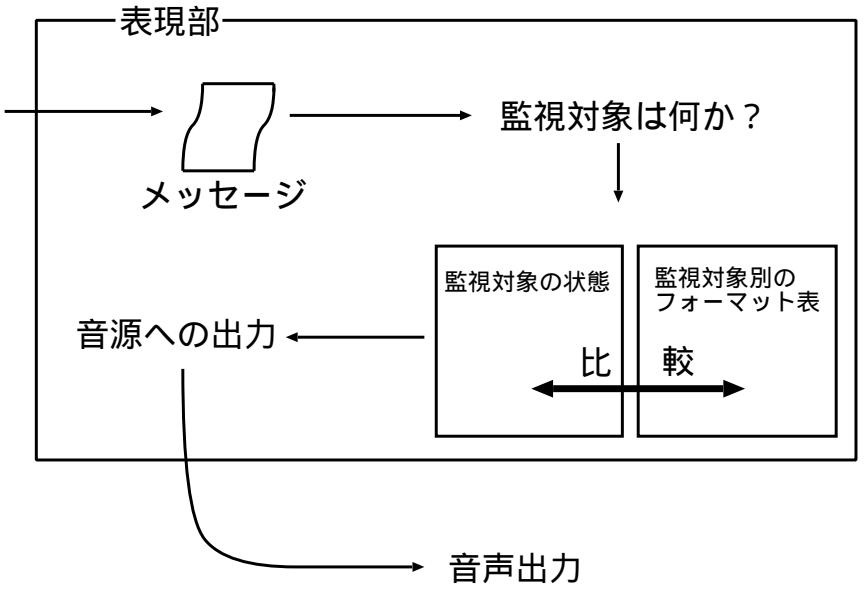

図 5.5: 表現部での流れ

5.2 実装

本節では本システムの実装方法について説明する。このシステムは、コンピュータネットワーク上で稼働し、監視情報配送部を中心として監視部と表現部がメッセージの交換を行なう。

5.2.1 メッセージフォーマット

メッセージフォーマットには以下のものが含まれる。

- 監視対象 ID
- 監視場所 ID
- 監視日時

- 監視対象の状態
  - プライオリティ
    監視対象が安定な状態なのか危険な状態なのかを数値で段階的に表す。
  - 監視対象別の情報
    監視対象別に、必要な情報を書き込む。

ここで監視対象 ID とは、監視対象によって、個別に割り振られた通し番号である。表現部ではこの番号によって監視対象を識別し、表現部で保持している監視対象の状態のフォーマットと比較してメッセージ内の監視対象の状態を認知する。

5.2.2 監視部

監視部では、以下の処理を行なう。

1. 監視対象がテキストや画像で出力する情報をとりだす。
2. 情報を分析し、監視対象の状態に関する情報を作る。
3. 上述のメッセージフォーマットにしたがってメッセージを作成する
4. 監視情報配送部にメッセージを送信する

5.2.3 監視情報配送部

監視情報配送部では監視部から受け取ったメッセージを表現部に配送する。配送する宛先は表現部からのログイン要求が出されたときに保持した宛先アドレスである。

また、宛先アドレスと表現部の対応を管理するのに「スロット」という概念を導入する、スロット番号は表現部の通し番号に対応する。監視情報配送部はログイン時に 1 つのスロットと 1 つのアドレスを対応させて、スロット番号を表現部に送る。ログアウト時にスロットが開放されると再びこのスロットは利用可能となる (図 5.6)。

5.2.4 表現部

表現部では、監視情報配送部から受け取った監視情報を音声で表現する。メッセージは、監視対象 ID、監視場所 ID、監視日時、監視対象の状態から構成されている。音声の表現は監視対象や監視場所によって変化をつけなくては管理者に認識させることはできない。まず、監視対象 ID ごとに、メッセージの監視対象が持つ状態の部分のフォーマットの種類を知る必要がある。そこで表現部では監視対象 ID と監視対象の状態のフォーマットの対応を保持する。表現部はメッセージを受信し、監視対象 ID から監視対象の情報のフォーマットを知る。次に監視対象の情報を認識して、監視対象の状態をあらわす音声を出力する。

音声については、監視対象が安定しているときは落ち着いた音であらわし、危険な状態にある時は不快な音で表現する。また、監視場所ごとに音色を変えて表現する。

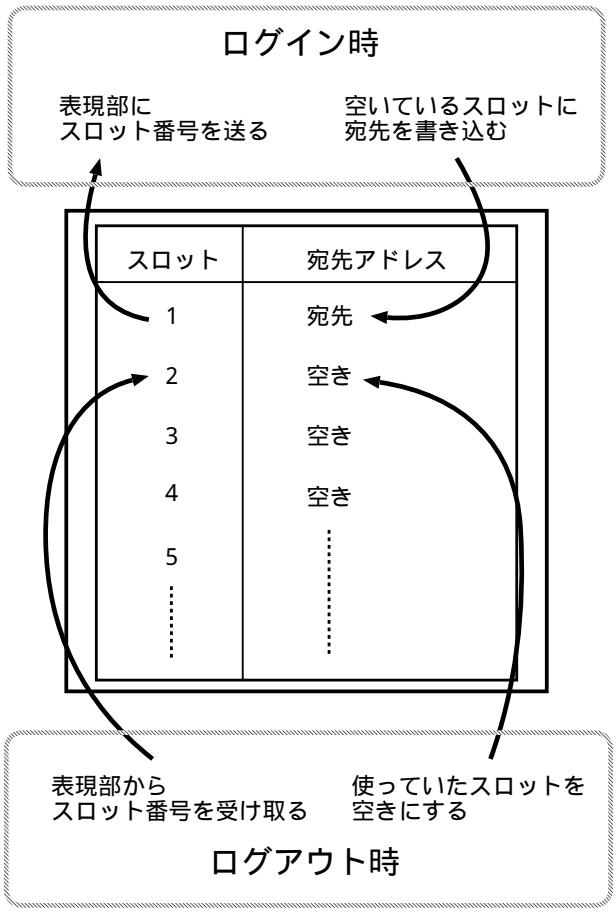

図 5.6: スロット

表現部は以下の順序で動作する。

1. 監視情報配送部にログインし、受信状態に入る
2. 監視情報配送部からメッセージを受け取る
3. メッセージに含まれる監視対象 ID から監視対象を識別する
4. 監視対象 ID と監視対象の情報の対応表から監視対象の情報のフォーマットを得る
5. 監視対象の状態を識別する
6. 監視対象、監視場所、状態から出力すべき音を決定する
7. 音声を出力し、管理者に監視情報を伝える

音声の出力については MIDI 音源を利用する。

第6章　監視作業支援システムの評価

本章ではシステムの実験およびその評価について述べる。

6.1　実験概要

本研究で提案した監視作業支援システムでは、以下の 3 つの機能を持つ。

- 複数の監視対象の同時監視
- 複数の管理者による共同監視
- 監視情報の音声を用いた表現

6.2　実験方法

本章では実験方法について述べる。まず監視対象について述べ、次に実験を行なった環境を述べ、最後に動作結果を述べる。

6.2.1　実験内容

ネットワークトラフィックを監視対象として実験を行った。UNIX 上のコマンド tcpdump の出力結果からいくつかのパケットを選んでネットワーク上に選んだパケットが流れた場合に、監視メッセージを作成した。対象としたパケットは以下の通りである。

- NTP
- FTP
- LPD
- HTTP
- POP
- finger
- SNMP

SNMP trap message は SNMP がネットワーク上で障害が生じたときに発生する。よってこのプライオリティは最大とした。その他の対象については量を監視するためのメッセージなのでプライオリティを最小とした (図 6.3)。

6.2.2 実験環境

実験は図 6.1 のようなコンピュータネットワークにおいて行なった。このネットワークは大野研究室のコンピュータネットワークの一部である。kalimba、drums、rappa、piccolo はそれぞれホスト名である。まず、tcpdump を実行させたホストは kalimba と rappa である。この 2 つのホスト上で監視部を動作させた。監視情報配送部は drums で動作させた。表現部は drums と piccolo で動作させた。kalimba と rappa で tcpdump を実行し、上述したパケットのうちそれぞれいくつかを監視し、監視情報メッセージを作成した。

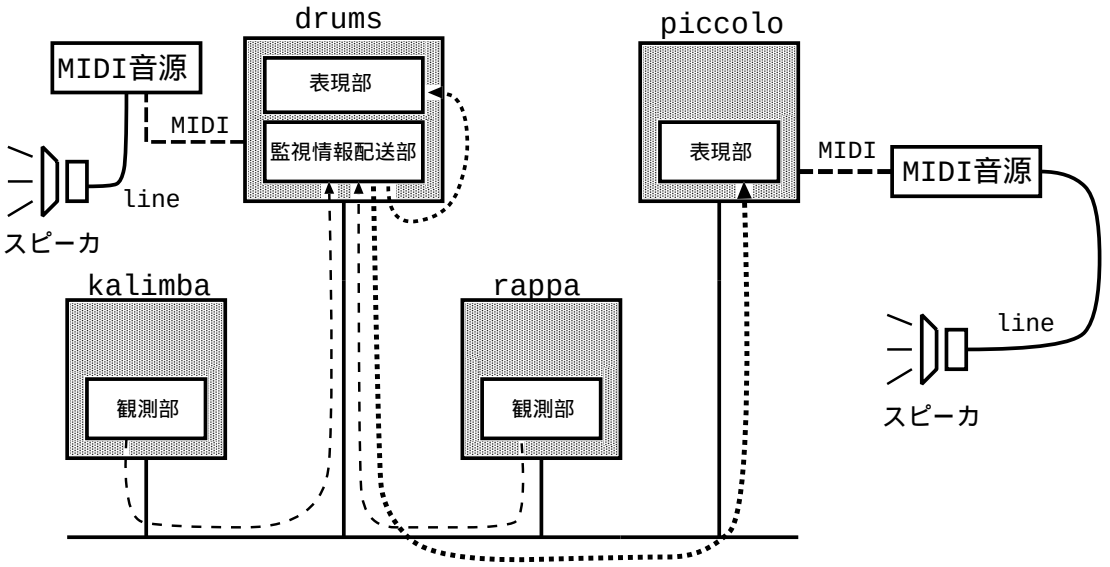

図 6.1: 実験系

6.2.3 動作結果

drums 上でプリンタの状態を得るコマンド lpq を実行し、LPD パケットを発生させた結果、piccolo、kalimba の表現部で音声で表現できた。また、定期的に発生する NTP パケットを、表現部で音声に変換し表現していることを確認した。

監視情報配送部は、前述の通りスロットを用いて表現部への配送を管理する。図 6.2 は監視情報配送部プログラムが行なう音声出力の状況を画面に出力した結果である。プログラムを実行すると表現部のログインを待ち、ログイン要求があるとスロット番号を割り当て、ログインを許可する。実行結果中の viewer[0] とはスロット番号 0 の表現部を示している。

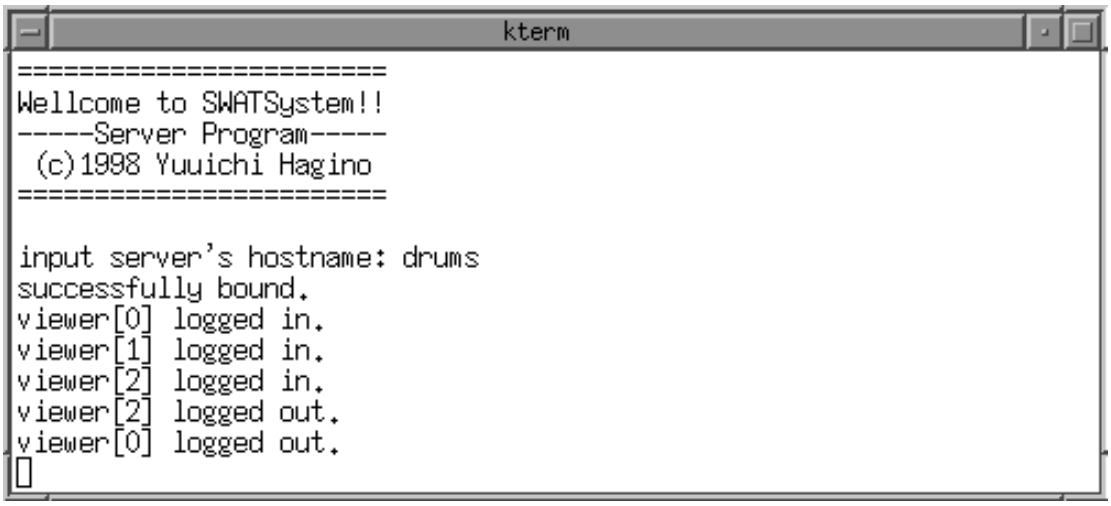

図 6.2: 監視情報配送部

表現部では、音声の出力に MIDI 音源を用いた。前述の監視対象について MIDI チャンネルを割り当て、異なる音色を割り当てた。また、プライオリティ最大の SNMP trap message は振動数の比が複雑になるように、中央のＣ＃、Ｄ、Ｄ＃の音を同時にならした。それ以外についてはプライオリティは最小なのでＣメジャーコードでのアルペジオを演奏した。

図 6.4 は表現部プログラムの実行結果である。到着した監視情報メッセージから以下の以下４つを読みとって音声に変換した。

- 監視対象 ID(objectID)
- 監視場所 ID(placeID)
- プライオリティ(priority)
- 日付 (date)

音声による表現部の補助として、テキストによる表現部を製作した (図 6.5)。

6.3 評価

本システムは定常運用が必要なシステムに対する音声を利用した監視システムである。実装したシステムは、先に提案した以下の監視作業支援システムに対する要件を満たしている。

- 複数の監視対象の同時監視
- 複数の管理者による共同管理

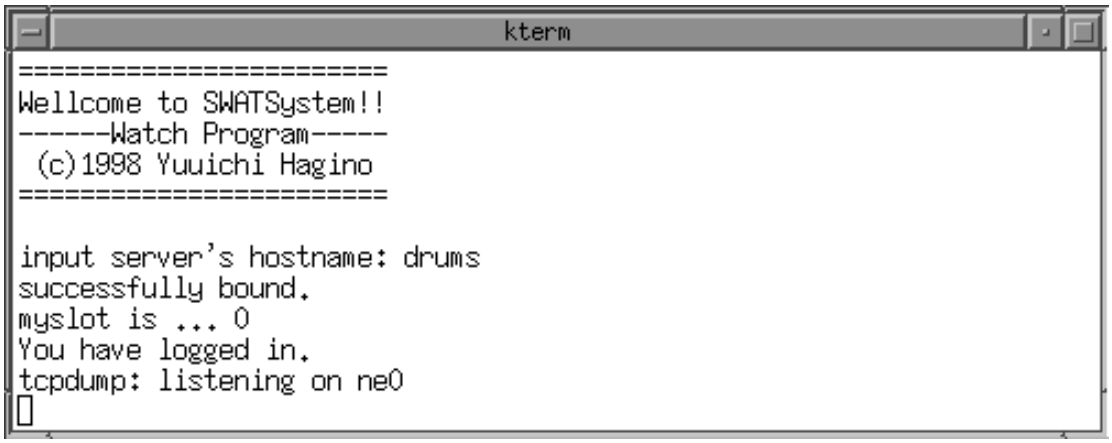

図 6.3: 監視部

- 監視情報の音声を用いた表現

kalimba、rappa 上で監視したパケットから監視情報を作成し送信することで、複数の監視対象の同時監視を行なった。drums、piccolo 上で表現部を動作させることによって、複数の管理者による共同管理を実現した。また、プライオリティによる表現方法の区別も行ない、聴覚の特徴を生かした音声による表現を実現した。

今回の実験より、以下のことを確認した。

- 複数の監視対象の同時監視を行ない、それぞれの監視対象からの監視情報を表現部に配送する。
- 表現部のアドレスを保持し、監視対象から集めた情報を表現部に配送する。
- 監視情報を音声に置き換える。
- 監視情報にプライオリティを導入し、監視対象が安定した状態なのか危険な状態なのか、聴覚の特徴を利用して判別できる。
- 管理者が監視する監視対象を決定することができる。
- 監視情報フォーマットにしたがったメッセージを作成して監視情報配送部に送信するプログラムを作成することで、新たな監視対象を柔軟に設定できる。
- 管理者は監視情報、監視対象、プライオリティによって自由に音色を設定できる。

本システムを用いることで、これまで文字や画像に偏った情報提供を行なって定常運用されてきたサービスの監視を音声で支援し、テキストや画像を注視し続ける必要がなくなった。

最初に述べたとおり、管理作業の主な作業は状態の把握と障害復旧である。このうち状態の把握を行なう作業を本システムで音声を用いてできるようになったため、管理作業を音声により支援できるようになった。

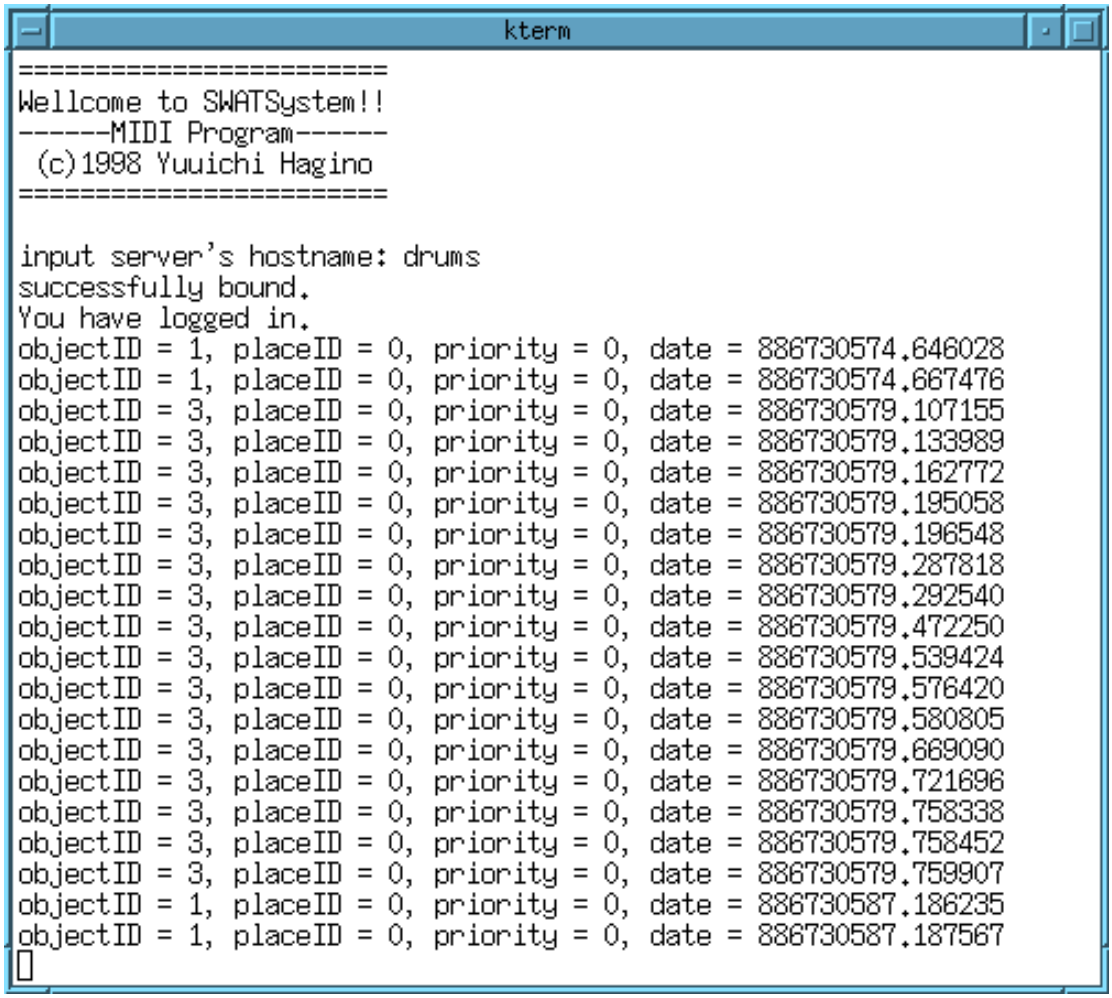
kterm
========================
Wellcome to SWATSystem!!
------MIDI Program------
(c)1998 Yuuichi Hagino
========================
input server's hostname: drums
successfully bound.
You have logged in.
objectID = 1, placeID = 0, priority = 0, date = 886730574.646028
objectID = 1, placeID = 0, priority = 0, date = 886730574.667476
objectID = 3, placeID = 0, priority = 0, date = 886730579.107155
objectID = 3, placeID = 0, priority = 0, date = 886730579.133989
objectID = 3, placeID = 0, priority = 0, date = 886730579.162772
objectID = 3, placeID = 0, priority = 0, date = 886730579.195058
objectID = 3, placeID = 0, priority = 0, date = 886730579.196548
objectID = 3, placeID = 0, priority = 0, date = 886730579.287818
objectID = 3, placeID = 0, priority = 0, date = 886730579.292540
objectID = 3, placeID = 0, priority = 0, date = 886730579.472250
objectID = 3, placeID = 0, priority = 0, date = 886730579.539424
objectID = 3, placeID = 0, priority = 0, date = 886730579.576420
objectID = 3, placeID = 0, priority = 0, date = 886730579.580805
objectID = 3, placeID = 0, priority = 0, date = 886730579.669090
objectID = 3, placeID = 0, priority = 0, date = 886730579.721696
objectID = 3, placeID = 0, priority = 0, date = 886730579.758338
objectID = 3, placeID = 0, priority = 0, date = 886730579.758452
objectID = 3, placeID = 0, priority = 0, date = 886730579.759907
objectID = 1, placeID = 0, priority = 0, date = 886730587.186235
objectID = 1, placeID = 0, priority = 0, date = 886730587.187567

図 6.4: 音声表現部

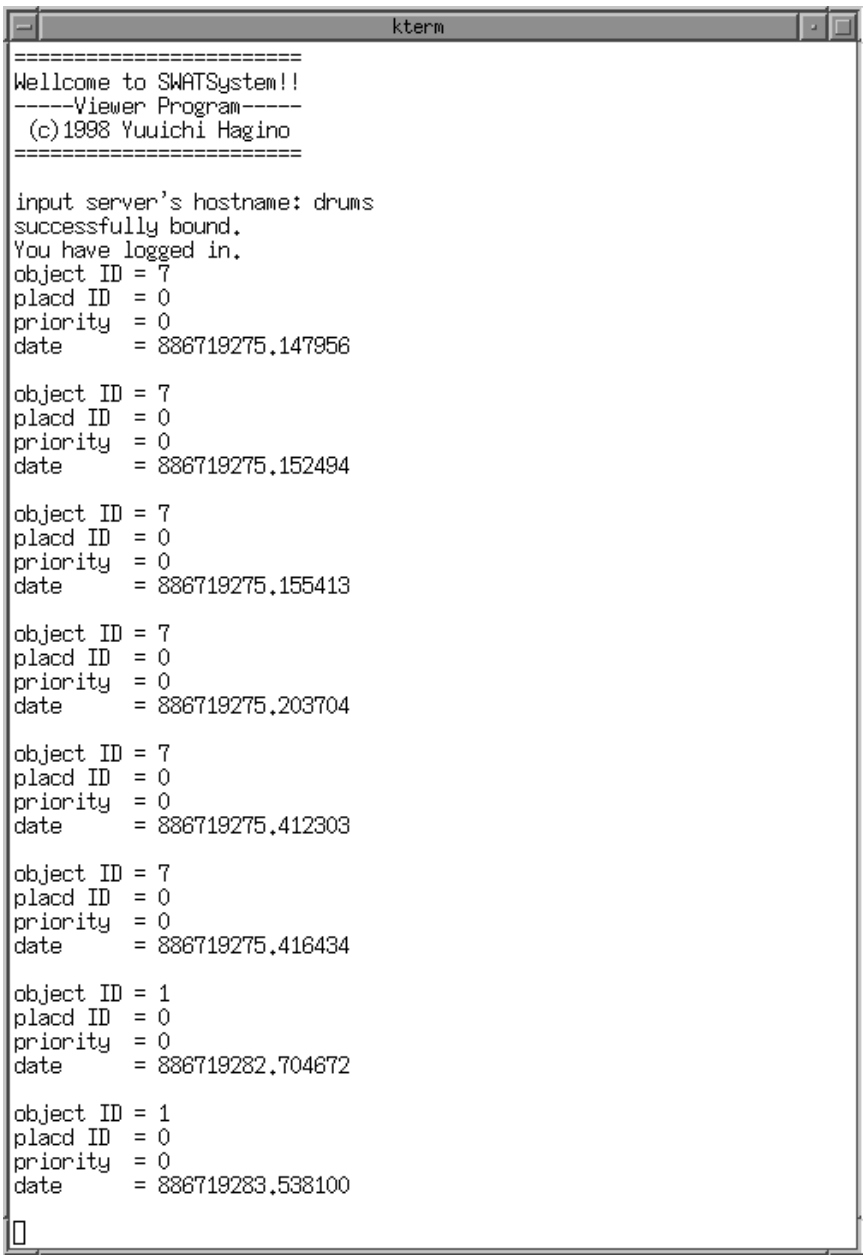

図 6.5: 表現部 (補助用画面表示)

第7章　今後の課題

本章では今後の課題を述べる。

監視部の拡張

今回実装する予定の監視部の例はコンピュータネットワークトラフィックの状態を監視するものであった。しかし、コンピュータネットワーク以外に、対人赤外線センサーや着座センサーをもちいて、「部屋に人が入って来た」という情報や、「この席に人が座っている」といった情報を定常的に監視することが考えられる。このようなコンピュータを介したセンサーによる監視部を実装する予定である。また、LED の点滅を感知する監視部を作ることによって、LED によって状態を表現している監視対象を監視する。また、テキストによる情報提供を行なうサービスからメッセージを作成するだけで音声による監視が行なえるという利点をいかして、FM 文字放送から交通情報を取り出し、特定の道路の混雑状況に対してプライオリティを設定しメッセージを作成すれば、交通トラフィックを音声により監視することを予定している。

プライオリティの決定基準の明確化

プライオリティの基準はユーザが指定する事になっているが、目安となる一定の基準が必要である。

ユーザインタフェイス

コンピュータ上で動作するプログラムのシステムログの監視など、コンピュータ上のファイルの中身を監視するクライアントについては、ユーザが容易にこのようなプログラムの監視を行なえるようなユーザインタフェイスをもった監視部と表現部の実装を用意しておくべきである。

第8章　おわりに

本論文では定常運用を必要とするサービスの監視作業を音声によって支援するシステムの構築について述べた。情報が視覚的に提供される場合、その情報を得るためにはテキストや画像を注視する必要がある。定常的に情報を監視しなければならない場合、視覚による情報提供は監視者に大きな負担をかける。この問題を解決するために、音声による情報提供を提案した。いままで視覚によって認識される情報を提供してきた管理対象の情報を音声に置き換えることによって、定常的に運用するサービスの管理作業を支援することの有用性を示した。

　今後は、定常的に監視を必要とするさまざまな監視対象を監視する監視部の実装をすすめ、より一般的な監視システムを目指す。

謝辞

本論文の執筆にあたり、暖かく御指導して頂いた大野浩之講師に感謝致します。また、いろいろアドバイスを頂いた大野研究室の皆様、どうもありがとうございました。多くの相談にのって頂いたチューターの門間信行さん、多田謙太郎さんに感謝致します。

参考文献

[1] 成田哲也. ネットワーク環境における音声の有効利用. 平成 6 年度卒業論文, 東京工業大学 理学部 情報科学科, January 1995.

[2] 成田哲也. ネットワーク可聴システム stetho のネットワーク管理作業支援ツールへの拡張. 平成 8 年度修士論文, 東京工業大学大学院 情報理工学研究科 数理・計算科学専攻, January 1997.

[3] 石桁真礼生, 末吉保雄, 丸田昭三, 飯田隆, 金光威和雄, 飯沼信義. 楽典. 音楽之友社, April 1965.

[4] 村井純, 吉村伸,WIDE Project. インターネット参加の手引き, 第 2.4 章, pp. 69-87. bit 別冊. 共立出版,1995.

[5] S.Aidarous, Thomas Plevyak. ネットワーク管理のすべて, 第 2 章, pp. 19-75. トッパン, 1996.

[6] PointCast Network http://www.pointcast.com/

[7] 山本 強. LiveText データ放送を意識した Push 型情報表現システムの開発. 分散システム運用技術,pp. 6-17,July 1997.

[8] NetSound http://www.sensorium.org/netsound/index.html