

遠隔操作, 操作記録採取および操作再生が可能な プラットフォーム独立アプリケーション群

山之上卓, 望月雅光, 甲斐郷子

九州工業大学情報科学センター

遠隔操作, 操作記録採取および操作再生が可能なプラットフォーム独立アプリケーション群を開発した。このアプリケーション群は、マルチメディア作図システムやプログラミング環境などで構成されており、教室内教育支援システム、遠隔講義システム、自習システム、分散システムの評価などに利用することができる。Java のアプリケーションでシステムを実現しているため、ハードウェアや OS の種類にかかわらず、一般的な教育・オフィス用分散システムの多くで利用することができる。イーサネット SW など構成されたネットワークを利用した場合は、数十台の端末を同時に使った教育や分散システムの評価を行うことができる。

Recordable, Replayable, Remote Controllable and Platform independent Applications

Takashi Yamanoue, Masamitsu Mochizuki, Kyoko Kai

Information Science Center, Kyushu Institute of Technology

We have developed platform independent applications which are recordable, replayable and remote controllable. They consists of a multimedia drawing tool, a programming environment and others. They can be used for a computer aided teaching system in a computer laboratory, a remote teaching system, a reviewing system, or an evaluation of distributed computing systems. They can be used on a common distributed computing environment for education or office work which uses Windows, UNIX, Mac or else because these are implemented in Java. By using these applications, tens of terminals can be used simultaneously for a class or an evaluation if ethernet switches are used for connecting these terminals.

1. はじめに

近年、学校や職場などの多くに、複数のコンピュータをネットワークで接続した、分散コンピュータシステム（以下分散システム）が導入され、教育や業務に利用されている。教育現場では、大学のコンピュータリテラシーや一般情報処理教育のために、すでに一般的に利用されている他、語学教育など、従来

コンピュータとは無縁であった教育に盛んに利用されるようになってきている。小中高などの学校でも分散システムの導入が始まっている。

インターネットも一つの分散コンピュータシステムである。インターネットを学校や企業の複数の端末で利用するためにも、これらの組織内で分散システムを使用することが有効である。このため、分散システムは今後ますます普及していくことが予想される。

インターネットを含めた分散システムは、教育支援システムの基盤として利用することができる。分散システム上の教育支援システムとして利用可能なものとして、XTV[1], Mermaid[2], xmx[3], Mbone tools(nv, vat, wb, sd)[4], TeleDraw[5], WebCT[6], NetGear[7], MediaCore[7], WWW awareness[8], View Classroom[9], 電子黒板[10][11], Kawai らのシステム[12], Universal Canvas[13], NetPaint[14], CuSeeme, NetMeeting, 他、数多くのシステムが研究されたり、市販されたりしている。

分散システムは、ここ数年のわずかな間で急激に普及しており、そのシステムを構成するネットワーク機器も技術的進歩により目まぐるしく変化している。このため、分散システムを導入し運用するための経験や知識の蓄積は、ユーザー側にも、メーカー側にも十分であるとは言いがたい。従って、分散システムの導入作業や管理運用作業には多大な労力を伴う場合が多い。また、システム運用時間になんらかの不安定動作を発見した場合、どの機器に原因があるか特定することは難しい。

これらの問題を解決する手段として、分散システムの性能評価基準を与えることが考えられる。この評価基準によりシステム全体の処理能力、コマンドやイベントに対する反応時間、MTBF, MTTFなどを自動的に公平に計測できれば、分散システムの比較も可能となり、分散システムの導入や管理コストの削減に役立つ。これを実現して商品化されたものとして、マーキュリー・インタラクティブ社のLoadRunner[15]などがある。

我々は、遠隔操作、操作記録採取および操作再生が可能なプラットフォーム独立アプリケーション

群を開発した。このアプリケーション群は、マルチメディア作図システムやプログラミング環境などを含んでおり、教室内教育支援システム、遠隔講義システム、自習システム、分散システムの評価などに利用することができる。Java のアプリケーションでシステムを実現しているため、ハードウェアや OS の種類にかかわらず、一般的な教育・オフィス用分散システムの多くで利用することができる。イーサネット SW などで構成されたネットワークを利用した場合は、数十台の端末を同時に使った教育や分散システムの評価を行うことができる。

本稿では、このアプリケーション群について、2. システム概要、3. アプリケーション群、4. 応用の順で述べ、最後にまとめと今後の課題を述べる。

2. システム概要

2.1. ノードシステム

本アプリケーション群は、以下に述べる「ノードシステム(図1)」の一部である。ノードシステムは個々のユーザに対応しており、アプリケーション提供、通信、操作記録採取、再生などを行う。ノードシステムは、アプリケーション群、「コミュニケーションノード(図2)」、「イベントレコーダ/プレイヤー(図3)」で構成されている。コミュニケーションノードは、通信を行ったり、アプリケーションの起動を行ったりする。イベントレコーダ/プレイヤーは、通信記録や操作

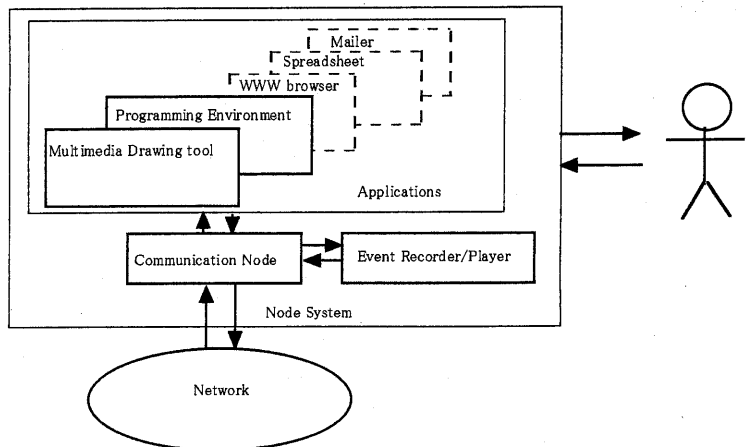


図1. ノードシステム

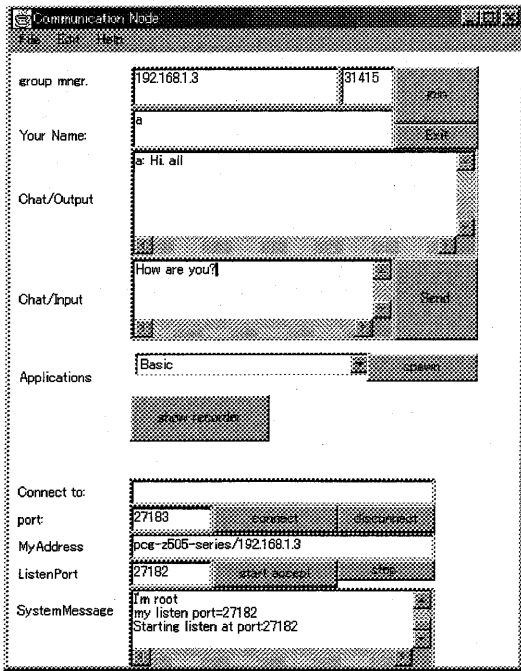


図2 コミュニケーションノード

記録の採取および、これらの記録をアプリケーション群に伝えることによって操作の再生を行う。アプリケーションの操作は、ユーザが発生させる「イベント」の列であると考えることができる。イベントは、その発生時刻と共に記録される。アプリケーション群が出力するメッセージも、時刻とともに記録される。

2.2. ノードシステムの2分木によるグループ化

ノードシステムは、分散システム上のクライアントコンピュータや CPU サーバなどに分散配置され、ユーザの要求した処理を実行する。実行時の操作記録を採取し、これを再生することによって、ユーザが行った動作を自動的に繰り返すことができる。また、他のノードシステムとの間で操作記録を送受信するこ

とにより遠隔操作が可能である。

分散配置されたノードシステムは、図4のように、2分木になるよう、TCPで階層的に結合されて、1つのグループを構成する。本システムが、イーサネットSWなどで構成されたネットワーク上で利用されている場合は、このような結合を行うことによって、数十台のノードに、2-3秒の時間で、画像などの大量のデータを、信頼性をもって送ることが可能になる[11]。

グループに新しいノードシステムを加えたり、グループからノードシステムが離れたときなどの処理を行うために、「グループマネージャー」が分散システム上に配置されている。

3. アプリケーション群

現在、本アプリケーション群を構成するアプリケーションとして、「マルチメディア作図システム」と Basic に類似したプログラミング言語の「プログラミング環境」を利用できる。

授業や共同作業でこのアプリケーション群を共有して利用する場合、後から新しいノードシステムがグループに参加する場合もある。この場合新しいアプリケーションの状態は、それ以前から参加していたものと異なる場合が多く、同じイベントを受け取っても異

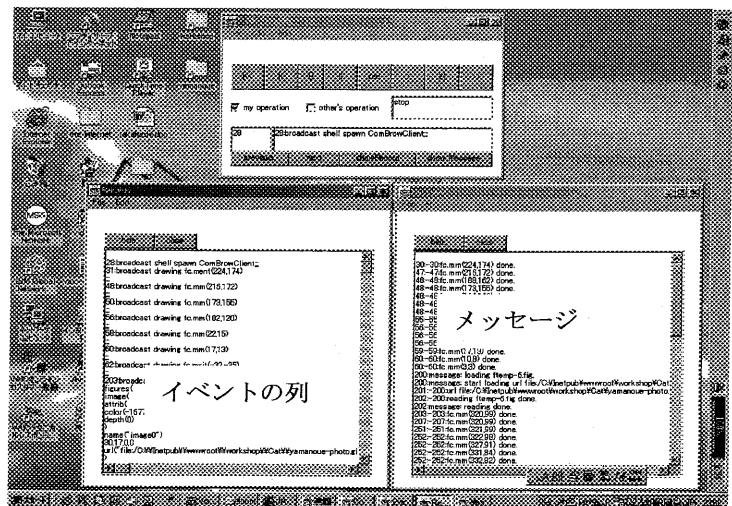


図3 イベントレコーダ/プレイヤー

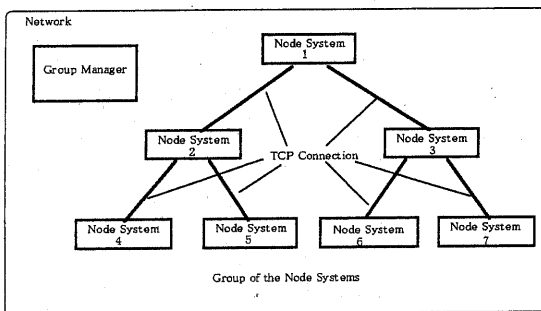


図4 ノードシステムの2分木によるグループ化

なった動作や表示を行う可能性がある。この問題を解消するため、特定のノードシステムのアプリケーションが、そのアプリケーションの状態すべてを、グループ参加ノードすべてに、定期的に配信する機能も持っている。

今後、WWW ブラウザ、表計算、電子メールクライアントなどを用意する予定である。以下に、マルチメディア作図システムとプログラミング環境について述べる。

3.1. マルチメディア作図システム

教育支援システムやグループウェアで最も種類が多く、研究も多くされているものの1つに、グループ共有作図システムがある。本アプリケーション群の作図システムは、イベントを信頼性のある通信によって、一斉にグループ内の他のノードシステムに配信することができる。この機能により、リアルタイム共有作図システムとして利用することができる。また、本作図システムは、画像などのマルチメディアデータを使用することができる。画像などのマルチメディアデータの表示も、イベントの1つとして他ノードシステムに送信されたり、記録再生されたりする。図4に、このマルチメディア作図システムを示す。

3.2. プログラミング環境

一般情報処理教育として最も行われていた教育の1つが、プログラミング言語教育であり、現在でも盛んに行われている。このため、Basic に類似したプログラミング言語のプログラミング環境も開発した。マルチメディア

作図システムと同様に、このプログラミング環境も、グループやクラスで共有できる。

本プログラミング言語は、再帰的関数の定義を行うことができ、連想配列、Sin, cos などの数学関数やグラフィクスも利用できる。この言語のプログラムは、一種の Lisp の内部構造に変換され、この Lisp インタープリタで実行される。本プログラミング環境と同様のものは、WWW のアプレットとして、<http://www.tobata.isc.kyutech.ac.jp/~yamano/researches/java/Basic/> で利用可能である。

4. 応用

本アプリケーション群の応用として、以下のようなものが考えられる。

4.1. 電子黒板

本アプリケーション群を含むシステムは、教師側端末の画像を、数十台の学生側端末に、信頼性を持って配信する「電子黒板」として

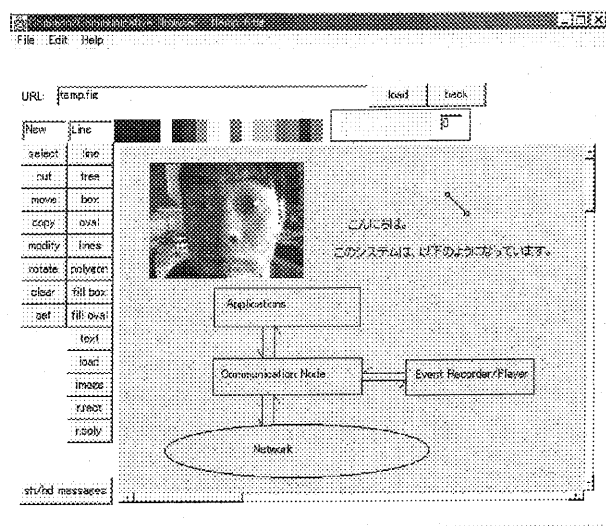


図5 マルチメディア作図システム

利用可能である。本アプリケーション群のデータ配信方法は、文献[11]の手法を用いている。また、この電子黒板は、遠隔講義支援システムとして利用可能である。

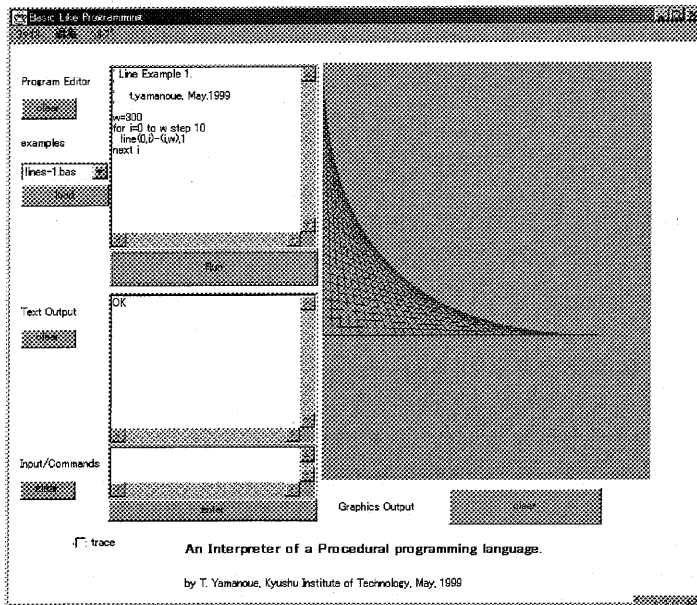


図 6 プログラミング環境

4.2. 自習システム

教師側で採取された操作記録を、後から学生が好きな時間に、必要な場所のみ再生することによって、本アプリケーション群を自習システムとして利用できる。また、学生は、講義中に、必要な部分の操作記録を採取し、講義中にその部分を再生することにより、理解を深めることも可能である。なお、イベント列から必要な部分を検索する手法については、文献[9]などで研究されている。

4.3. 分散システムのベンチマークテスト

分散システム上で、操作記録を一斉に再生することによって、アプリケーション群を利用した時に、分散システムに生じる負荷を、ほぼそのまま再現することができる。操作再現時の、イベント発生、処理終了時刻、ファイルの読み書きや、プログラム実行にかかった時刻などが、メッセージと共に記録されるため、どのくらいスムーズにシステムが稼動しているか？同時発生負荷にどのくらいシステムが耐えられるか？を知ることができる。また連続して操作再生をおこなうことによって、システムの強さや信頼性を検証することも可能である(図7)。これと同様なシステ

ムとして、LoadRunner[15]があるが、LoadRunnerは、現在のところ、Windowsシステムでしか利用できない。これに対して本システムは、Windowsの他、UNIXやMacなど、Javaが動作する環境の多くで利用することが可能である。

5. おわりに

遠隔操作、操作記録採取および操作再生が可能なプラットフォーム独立アプリケーション群について述べた。このアプリケーション群は、マルチメディア作図システムやプログラミング環境などで構成されており、教室内教育支援システム、遠隔講義システム、自習システム、分散システムの評価などに利用することができる。Javaのアプリケーションでシステムを実現しているため、ハードウェアや

OSの種類にかかわらず、一般的な教育・オフィス用分散システムの多くで利用することができる。イーサネットSWなどで構成さ

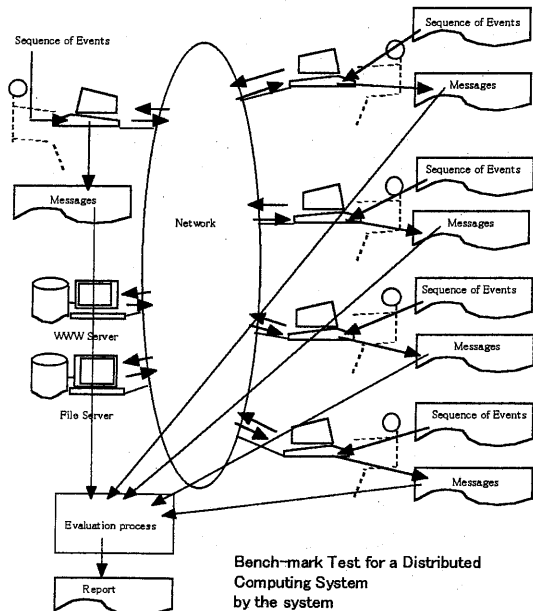


図 7 分散システムベンチマークテスト

れたネットワークを利用した場合は、数十台の端末を同時に使った教育や分散システムの評価を行うことができる。

本アプリケーション群は、マルチメディアデータを含みすべての操作履歴とその実行時メッセージを記録するため、メモリやファイルなどの大量の資源を消費する。また、Java でシステムを開発しても、OS や JDK のバージョンが異なると、同じプログラムが異なる動作をする場合があるなどの問題もある。これらの原因により、現状では安定性などに問題があり、現在改良を行っている。また、現時点ではセキュリティの機能を持っていない。実際に利用するためにはセキュリティ機能を付加する必要もある。

謝辞

本稿で述べた研究の一部は文部省科学研究費基盤研究一般(C)(2)09680401 の補助を受けた。

参考文献

- [1] Abdel-Wahab, H. M., Feit, M. A. "XTV: a framework for sharing X Window clients in remote synchronous collaboration", *Proceedings of TRICOMM '91. IEEE Conference on Communications Software: Communications for Distributed Applications and Systems*, pp. 159-167, x+257. 1991.
- [2] Maeno, K., Sakata, S., Ohmori, T. "Distributed desktop conferencing system (MERMAID) based on group communication architecture" ICC 91. International Conference on Communications Conference Record, IEEE, New York, NY, USA_520-5 vol. 1, 3 vol. xxix + 1755, 1991.
- [3] John Bazik, "XMX - An X Protocol Multiplexor", <http://www.cs.brown.edu/software/xmx/home.html>
- [4] LBNL's Network Research Group, <http://www-nrg.ee.lbl.gov/>
- [5] Andreas Rozek, "TeleDraw", <http://www.uni-stuttgart.de/Rus/Projekte/MERCI/MERCI/TeleDraw/Info.html>
- [6] "WebCT", <http://www.webct.com/webct/>
- [7] 吉野孝ほか, "インターネットを介したパーソナルコンピュータによる遠隔授業支援システムの開発と適用", *情報処理学会論文誌*, Vol. 39, No. 10, pp. 2788-2791, 1998.
- [8] 中川健一, 国藤進, "アウェアネス支援に基づくリアルタイムな WWW コラボレーション環境の構築", *情報処理学会論文誌*, Vol. 39, No. 10, pp. 2820-2827, 1998.
- [9] 片山薫ほか, "遠隔教育のための柔軟な講義検索手法", *情報処理学会論文誌*, Vol. 39, No. 10, pp. 2837-2845, 1998.
- [10] T. Yamanoue, M. Shimizu, T. Fujiki, "Development of an electronic chalkboard for a large classroom by parallel programming and its application to English classes", *Proceedings APITITE94*, vol. 2, pp. 651-656, 1994.
- [11] 平原貴行ほか, "TCP/IP プロトコルを利用したパソコンネットワークのための電子黒板システム", *情報処理学会分散システム運用技術シンポジウム'98*, pp. 79-85, 平成10年2月, 1998
- [12] Kawai, T., Ikeda, M., Okada, M. "Point-to-Multipoint Communication protocol on Window-based Network Presentation System", *Trans. IEICE Inf. & Syst.* Vol. E80-D, No. 2, pp. 154-161. 1997.
- [13] 池端裕子, 安達理, "Universal Canvas, Java を用いた WWW ページ上での自由度の高い統合型共同作業支援システム", *情報処理学会グループウェア研究会*, 22-8, pp. 43-48, 1997.
- [14] 山之上卓, "JAVA を使った共同作業用お絵描きシステムの試作", *ネットワークコミュニケーションで広がる新しい学校の創造*, 平成9・10年度インターネット利用実践研究地域指定事業報告, 1999
- [15] "LoadRunner", <http://www.mercury.co.jp/products/loadranguide.html>