

ビル設備監視制御向けヒューマンインタフェースの開発

佐藤 和 浩
(技術研究所)

斎藤 浩
(エンジニアリング本部)

岩崎 伸行
(エンジニアリング本部)

木島 武彦
(エンジニアリング本部)

高島 齊
(エンジニアリング本部)

§ 1. はじめに

最近のビルディングオートメーション（以下BAと略す）の分野は、オープンなネットワーク技術と最新の分散制御技術を採用し、施設内設備管理を基に、施設運営管理、ビルライフケアなどの全ての施設管理機能を統合化するビルディングマネジメントシステム(BMS)へと拡大してきている。この流れを受けて、当社保有のBAシステムの最新バージョン(BECSS 5.0)を開発した^(注)。特に、BAシステムの操作において最も重要となる監視制御端末には、標準機(パソコン)を採用することなどにより、コストダウンを実現した。また、そのアプリケーションについては、今までに蓄積された施設運用ノウハウを十分生かし、操作性を著しく向上させた。

本稿では、このビル設備監視制御端末向けに開発したヒューマンインタフェース（以下HIと略す）の開発概要について報告する。

§ 2. 開発背景

2.1 背景

当社におけるBAシステムの開発は、設備管理にコンピュータ制御が取り入れられた頃から始まり⁽¹⁾⁽²⁾、今回で5回目のバージョンアップとなる。

コンピュータの世界では、伝統的な文字ベースのインタフェースではなく、ボタンやメニューなどのグラフィックスの部品を使って設計されたGUI

(Graphical User Interface) を駆使したOS(基本

ソフト)が広く普及した。その上で動作するアプリケーションソフトについても、よりビジュアルで直感的な操作を実現するユーザインタフェースを有し、基本的な操作に関しては、ほとんど操作マニュアルに頼らずに、思い通りに操作できるレベルまで到達している。これは、インタフェースの統一化がもたらす最大の効果であり、これによりユーザは、一連の操作によって習得した知識を継承して利用できるようになった。

監視制御分野におけるHIについても、このような流れを加味した製品が主要ベンダから出荷され始めた。競争力を確保することは無論、当社における施設管理技術の高度化のため、より使い易いHIを備え、多様なビル設備情報を効率よく管理運用するための仕組みを提供することが急務であった。

2.2 開発の狙い

開発全体の狙いは、次の二点を中心をおいた。

- ・初期導入コストの低減
- ・アプリケーションによる差別化

この狙いから、HIとなる監視制御端末に対するシステム構成上の要件は、オープン化対応およびマルチクライアント（監視制御端末の複数台設置）の実現の二つを設定した。オープン化対応により、特定のベンダに縛られずに、性能、価格、メンテナンス等の面で優れた製品を採用でき、施主の意向を採り入れ、柔軟にシステムの構築が行えるなどのメリットが生じる。施設の大規模、複合化により、監視室を複数設置するケースが増え、監視制御端末の設置数、設置位置に関して自由度の高いシステムが求められており、マルチクライアントへのニーズが顕在

注) BECSS: Building Environmental Control System
by Shimizu

化してきた。監視制御端末を複数設置することは、バックアップの面でも有効であり、端末のメンテナンス作業についても、システム全体を停止せずに行え、信頼性も向上する。

システムのオープン化対応には、もう一つの特記すべき利点がある。それは、市場に出回っている豊富なアプリケーションソフトを利用できるという点である。これにより、プログラムの製造量を最小限に抑えることができ、開発コストを抑え、開発期間の短縮が可能になる。これは、初期導入コスト低減への大きな要因となる。その反面、市販ソフトを利用することで、システムの特徴付けが難くなる。そこで、今までに蓄積された施設運用ノウハウを十分生かした、効率的で使い易いHIによる操作環境を実現することを、差別化の重要な目標の一つとした。

§ 3. BA システム (BECSS 5.0) 仕様

3.1 システム構成

図-1に BECSS 5.0 の標準的なシステム構成を示す。各システム構成機器は、Ethernet をベースと

したネットワークによって接続される。本システムの核となるのは、制御サーバであり、ビル設備監視制御対象の情報をオンラインでリアルタイムに管理している。各ビル設備負荷は、リモートステーション (RS) に接続され、制御サーバからの要求によって制御を実行したり、監視動作を行ったりする。また、空調システム、防災システムのようにサブシステムとしてビル設備を管理するものは、ゲートウェイなどの通信変換装置を介して接続し、制御サーバとの情報交換を行う。HI となるクライアント装置は、このネットワークに接続され、同一ネットワーク上であれば配置は自由である。表-1には、サーバおよびクライアントの主な仕様を示す。

3.2 クライアントーサーバ間コミュニケーション

図-1中のクライアント(監視制御 PC)ーサーバ(制御サーバ)間通信及び情報伝送は、図-2のソフトウェア構成によって行われる。図-2において網掛け部分は、ビル設備監視制御を用途に独自開発したアプリケーションである。これら以外のソフトウェアは、市販製品を利用している。

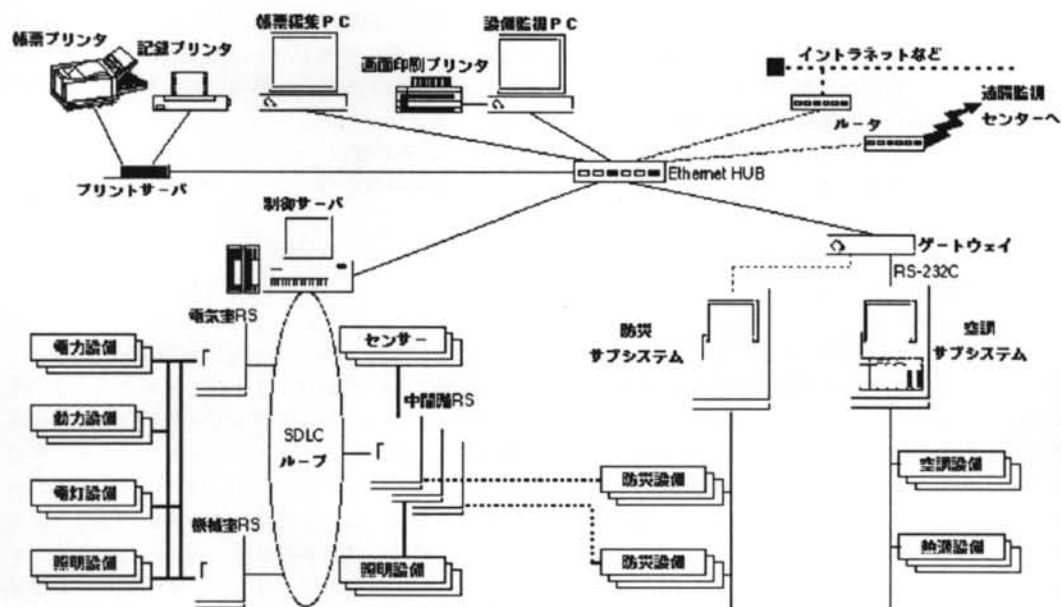


図-1 システム構成

制御サーバ	
IBM RS6000	
OS	:AIX ver3.2
RDBMS	:Ingres 6.4
CPU	:PowerPC 133MHz以上
RAM	:64MB
監視制御端末 (クライアント)	
DOS/V (IBM PC/AT互換機)	
OS	:Windows NT 4.0
CPU	:Pentium pro 200Mhz以上
RAM	:64MB

表-1 サーバおよびクライアント仕様

1) サーバ処理

サーバは、ビル設備監視制御 (BM Application) 機能により常に監視制御対象であるビル設備の状態をオンラインデータとしてメモリ上に展開している。このオンラインデータは、ビル設備負荷を集約したリモートステーションから SDLC ループネットワークを介して収集する。そのデータの一部は、バッチ処理用データとしてリレーショナルデータベース (RDB) 上にも保存している。これらのデータが、クライアントからの要求に回答する情報となる。

2) クライアント処理

HI を備えたクライアントは、サーバに対して現在のビル設備状態及びビル設備の起動/停止要求を Ethernet を介した通信手段によって通知し、その応答をもらって HI 機能を実現している。これらは、次の3通りの通信手段にて行っている。

(a) RPC (Remote Procedure Call) による関数呼出し/結果応答

クライアントは、サーバ上にあるライブラリ (BM Library) を呼出すことで処理要求を通知し、その結果応答をもらって処理を進める。呼出し関数としては、

- ・指定ビル設備状態の取得
- ・状態変化または警報通知依頼

などがある。

(b) 状態変化/警報通知

クライアントが、RPC によって状態変化通知要求または警報通知要求をサーバに対して発呼すると、サーバは実際のビル設備状態を監視してその変化通知をクライアントへ通知する。

(c) SQL によるデータベースアクセス

クライアントは、ネットワーク上のデータベースとの接続を可能とする ODBC (Open DataBase Connectivity) を介して、サーバの DBMS (DataBase Management System) に対して SQL (Structured Query Language) 文を発行し、その処理結果によって、データベース内の情報を得る。

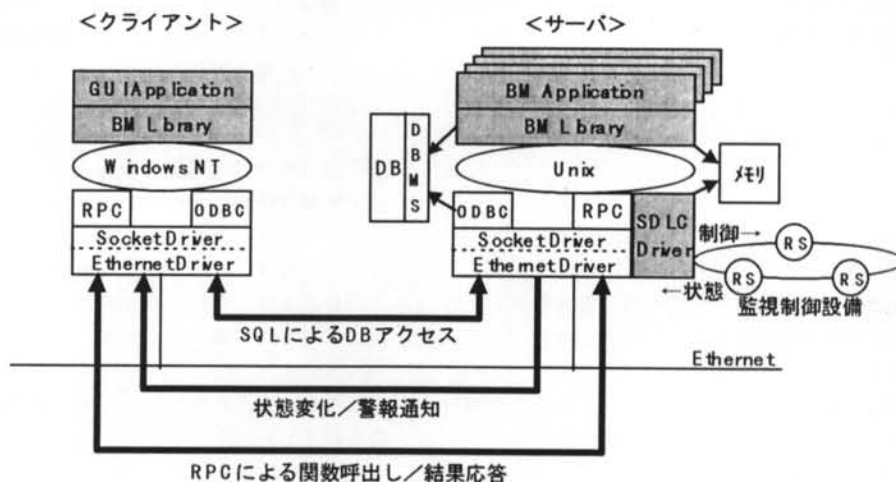


図-2 クライアントーサーバ間コミュニケーション

データベースには、ビル設備個々の詳細情報（名称、設置場所、操作及び動作履歴など）、また、日報や月報などの報告用累積データなどが展開されている。

クライアントーサーバ間は、これらの通信手段を組み合わせることによってコミュニケーションを行っている。

§ 4. 開発概要

4.1 ビル設備監視制御向けHI

HIとは、「道具をつかいやすくするための技術、学問」を指す言葉である。マンマシンインタフェース(MMI)とも呼ばれ、人間と道具(機械)の接続の形(インタフェース)を最適化することが、使いやすい道具(機械)を実現する上で重要であり、このような言葉が使われている。

ビル設備監視制御向けHIの役割は、施設管理者へ迅速かつ的確に監視情報を提供すること、および設備の監視制御を日常実施するための適切な操作環境を提供することである。

BAシステムのHIとなる監視制御端末に必要とされる基本性能を次に示す。

<基本性能>

- ①使い易い操作環境
- ②リアルタイム性
- ③安全性、信頼性
- ④維持管理の容易さ

基本機能については、日本機械工業連合会のまとめた「統合ビル管理システム標準化推奨案」³⁾によれば、次のようになる。

<基本機能>

①監視機能

空調機や遮断機等の状態監視、警報監視およびアナログ計測値に対する上下限監視など

②操作機能

機器に対する個別発停、グループ発停および自動制御設定値などのデータ設定操作

③CRT画面表示機能

監視、操作対象を設備別、信号種類別等で一覧表示するポイントリスト表示、系統図や平面図等

で対象設備をシンボリックに表示し、状態・警報信号によるシンボル可変表示、計測値の表示、発停・設定操作を行うためのグラフィック画面機能、警報一覧表示、計測値等のトレンドグラフ表示機能

④設備制御機能

スケジュール制御、連動制御、および各設備に対する自動制御機能

⑤記録・保存機能

機器の状態変化・警報発生時、操作機能の各種操作・設定時におけるメッセージの印字、日報月報記録、各種一覧印字、ハードコピーなど

昨今、BAシステムが運用管理する設備情報は、施設の快適性追求のため、より複雑化、多様化する傾向にある。それに伴って、BAシステムの操作が複雑化、多様化してしまうのでは、オペレータの負担が増し、操作ミスなどの発生で運用に支障をきたす恐れがある。したがって、オペレータの負担をできるだけ吸収することが、ビル設備監視制御向けHIに求められる要件となる。本開発では、この要件を満たすべく、次の3点に重点を置き仕様をまとめた。

1) 操作の簡便さ

表示内容および操作手順の分かり易さ、一貫性を保ち、不必要な機能や情報は極力排除する。操作手順および表示メッセージは統一化を図る。

2) 操作の効率化

必要とする情報を素早く提供するための手段を提供し、検索機能とショートカット機能を充実させる。

3) セキュリティ機能の強化

誤操作防止のための確認画面による操作意図の再確認、ユーザ属性毎の操作権限の設定によるアクセス管理により、不正な操作や誤操作を防ぐ。操作に不慣れなユーザを想定し、注意を要する操作に対して保護を徹底する。

これらの重点仕様から、HI画面構成およびその機能を設定した。

4.2 HI画面構成

監視制御端末には、Microsoft 社-WindowsNT4.0

を基本プログラムに採用し、市販のソフトをできる限り利用することで、ソフトの製造量を減らし開発期間の短縮と費用低減を図った。アプリケーションプログラム作成に使用するソフトウェア群（開発環境）には、Microsoft 社-VisualBasic5.0（以下VBと略す）をベースとして、グラフィック画面の作成に、市販のGUI開発環境を利用した。このGUI開発環境は、画面を作成するためのエディタソフトおよび作成した画面をVBなどから制御するための操作環境を提供するOCX（OLE Control）から構成され、ノンプログラミングで監視画面を作成できる生産性の高いソフトウェアである。

基本的な画面構成は、アプリケーションの親画面を基本画面とし、基本画面から呼び出される子画面を機能画面および設備画面としている。機能画面は、機能毎に分類され、標準的にアプリケーションに組み込まれる。設備画面は、管理対象設備を平面図、系統図などによりグラフィカルに表現し、案件

毎に異なる画面になる。

4.2.1 基本画面

基本画面は、図-3に示すように、次の5つの表示エリアにて構成される。画面のサイズは、1280×1024（ピクセル）である。

①プルダウンメニューエリア

画面および機能選択のためのプルダウンメニュー群を配置した領域。

②ファンクションエリア

主に画面操作に関するファンクションボタン群を配置した領域。

③システム情報エリア

火災、停電時点滅インジケータなどのシステム全体に関わる情報をまとめた領域。

④メイン画面エリア

機能画面、設備画面を複数表示する領域。各々8

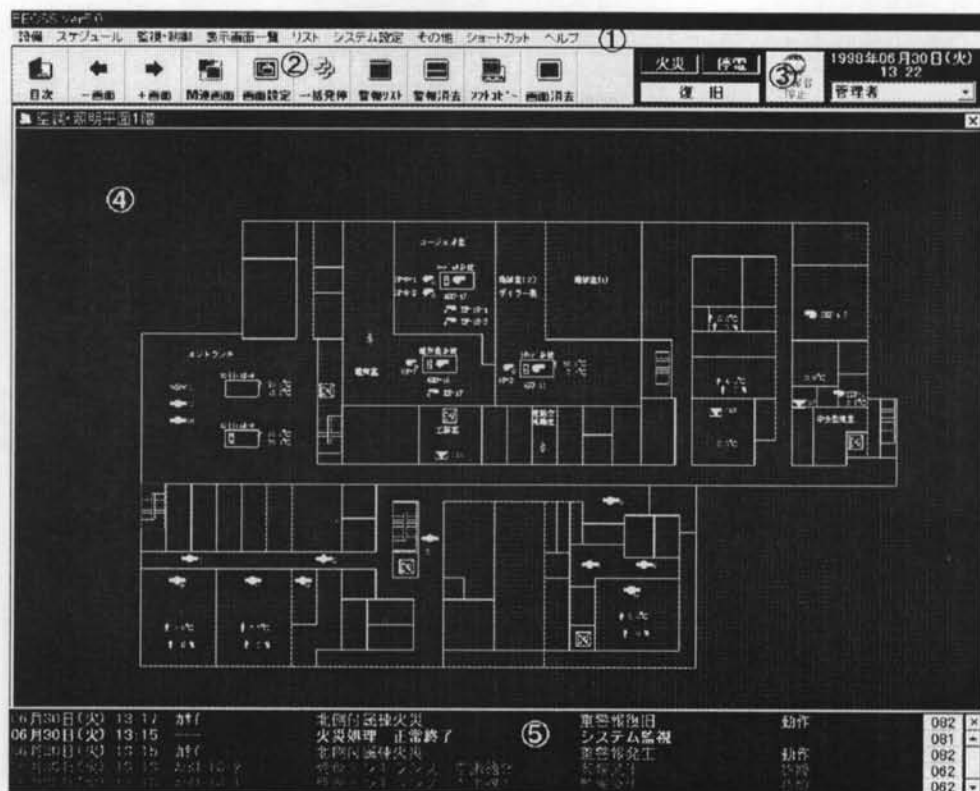


図-3 基本画面

画面までの同時表示が可能である。

⑤警報エリア

警報受信時、警報メッセージを表示する領域。過去48時間分を表示対象とし、スクロール操作にて各々表示することができる。

表示領域を最大限に有効活用するため、⑤の警報エリアを常時表示とせず、警報受信時に最前面に表示する方式を採用し、④のメイン画面エリアを画面下端まで広く確保している。

4.2.2 機能画面

機器発停スケジュールの設定、警報リスト表示、トレンドグラフ表示などを各機能毎に画面として用意したものを機能画面として定義した。ここでは、その一部を例として、画面のレイアウトおよび操作手順について説明する。

1) スケジュール設定画面

図-4は、機器の発停スケジュールを設定する。標準スケジュールは、1年間の運転パターンを設定できる。この標準スケジュールに沿って、本日から先10日間の実行スケジュールが作られる。残業による空調機の延長運転など、当日に限定された変更は、実行スケジュールの設定変更で対応する。スケジュールの設定操作は、始動時刻、停止時刻を機器毎または登録したグループ毎に指定する。時刻入力には、始動・停止時刻を示すバーを引く簡単なマウス操作で実現した。また、検索機能を付加したことで、設定したい機器やグループを素早く画面表示させることができる。

2) デマンド監視画面

図-5は、施設の電力使用量を監視する。現在使用電力から時限終了時における使用電力量を予測し、時限内の使用電力が契約電力を超過するか否かを監視する。警報の対象となる電力の上限値や警報開始時刻などの設定値をグラフの右側に配置し、更に、使用電力、予測値の推移を示すグラフ上にこれらの設定値を線で表し、グラフを分かり易く表現した。

3) メッセージ履歴リスト画面

図-6は、履歴として蓄積された警報、制御、操作メッセージをリスト形式で表示する。効率的に目的のメッセージを表示できるように検索機能を充実



図-4 スケジュール設定画面

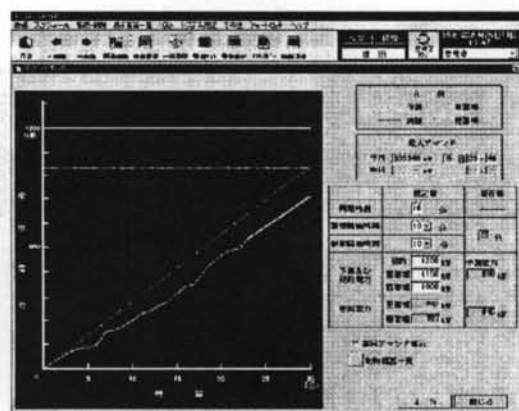


図-5 デマンド監視画面



図-6 メッセージ履歴リスト画面

させた。日時の指定、負荷区分、負荷種別、負荷名称などを検索条件としている。検索条件の指定は、検索する条件を予め階層的に分類して用意し、これをマウスで選択するだけの簡単な操作手順としている。

4.2.3 設備画面

設備画面は機能画面と異なり、設計図書を基に案件毎に作成する。画面の構成は案件毎に異なるが、熱源設備、受変電設備の系統図や空調、照明、防災設備の平立面図などをシンボリックに表現した画面である。画面作成には、市販の描画エディタソフトを利用している。配置する機器のシンボル等は部品として予め作成したものを継承して利用可能にしているため、生産性が著しく向上した。

設備画面は、次に示す特徴的な二つの機能により、ビジュアルな監視制御環境を提供する。

1) リアルタイムな状態・警報表示機能

管理対象機器の運転状態および故障や警報などの情報を、平立面図上に描いた機器シンボルの点滅や色変更などの表現手法により、リアルタイムに直感的に分かり易く伝達する。火災などの重警報を受信した際は、警報メッセージの表示と共に、強制画面表示機能により、信号を発信したエリアを含む設備画面が強制的に画面表示され、視角的に発信位置を把握することを可能にしている。

2) 機器毎の制御情報表示機能

表示された管理対象機器シンボルをマウスクリックすることで、当該機器に関する制御情報をポップアップ画面（図-7中央部分）により表示し、機器の個別操作や詳細情報の参照が行える。

設備画面は1画面当り、監視点数で最大1000点まで表現する能力を有するため、系統図や設備平立面図の大規模なものでも、大抵1画面に収めることが可能となっている。図-8に示すように、拡大・縮小、ウィンドウサイズの変更もサポートしている。また、8画面までの同時表示が可能で、同一画面の複数表示も可能である。そのため、限られた表示エリアに対してユーザ側で柔軟に、目的に応じた監視環境を構成することができる。

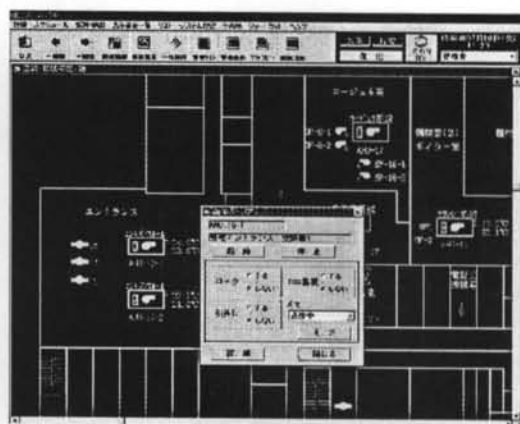


図-7 ポップアップ画面による操作

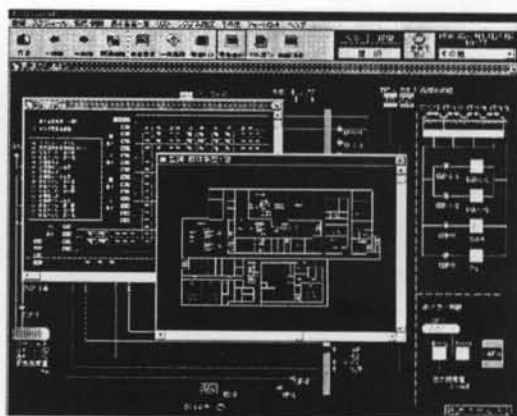


図-8 複数画面表示

§ 5. おわりに

BA システムの開発期間の短縮と費用低減を実現するために、監視制御端末にパソコンを用い市販のソフトを利用する中で、システムの差別化を操作環境の向上に求めて開発を行った。その結果、今までに蓄積した施設運用ノウハウを生かした、表示情報および操作の分かり易さ、検索による充実したデータ参照機能、セキュリティ機能による誤操作防止などにより、監視制御アプリケーションの高度化を実現できた。

本開発の成果は、BECSSの最新バージョンに組み込まれ、客先および設計者から高い評価を受けており、当初設定した狙いを達成することができた。

HIの分野では、キーボードやマウスに加え、カメラやマイクなどの複数の入力装置をインタフェースとして使うマルチモーダル・インタフェースの研究がなされている⁴⁾⁵⁾。これは、音声および画像認識技術によりコンピュータ側がユーザの属性およびユーザの意図する情報を認識し、それに対応するという仕組みを実現するものである。この技術を使う

ことによって、コンピュータを操作する際、ユーザ認証のためにユーザ名およびパスワード入力や膨大なメニューの中から実行したいコマンドを探し出すといった面倒な作業が不要となる。本開発においては、コンピュータに不慣れなユーザを考慮して、キーボードによる操作を最小限に抑えたものの、完全に無くすことはできなかった。今後は、コンピュータの性能アップに加え、前述したようなAI(Artificial Intelligence)技術の研究がさらに進めば、より使い易いHIが実現できるであろう。

<参考文献>

- 1) 桜井仁, 小西康之: “ビル設備制御における伝送システムの開発”, 清水建設研究所報第27号, 1976
- 2) 佐藤豊勝, 小西康之, 坂東吉人: “マイクロコンピュータのリアルタイム・オペレーティング・システムについて”, 清水建設研究所報第30号, 1979
- 3) “統合ビル管理システム標準化推奨案”, 日本機械工業連合会, 1993
- 4) 間瀬賢治: “マルチモーダル・インタフェースのための画像処理”, 第2回画像センシングシンポジウム講演論文集, pp123-128, 1996
- 5) 長谷川修, 坂上勝彦, 速水悟: “学習による実空間中の人物や物体の認識・判別とそのマルチモーダル擬人化エージェントへの応用”, 第4回画像センシングシンポジウム講演論文集, pp169-174, 1998