

アームロボットを用いたキー管理システムの開発

○小菅隆、斉藤裕樹

高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所

1 はじめに

高エネルギー加速器研究機構放射光研究施設(以下 KEK-PF)では 2007 年 1 月現在、PF-2.5GeV リングに 22 本、PF-AR に 7 本のビームラインが設置されており、それぞれの放射光リングから発生するシンクロトン放射光を用いた様々な実験が行われている。各ビームラインにはビームライン・インターロックシステムが設置されていて、放射線安全、ビームライン真空の保持、ビームラインコンポーネントの保護を目的にそれぞれ動作している。ビームライン・インターロックシステムにはキースイッチが取り付けられており、キーを管理する事で不用意な操作が行われないよう考慮されている。これらのキーは放射光リングの運転中、運転当番と呼ばれる 1 日 3 交代制のスタッフが管理しており、キーが必要な場合はこの運転当番にキーの貸し出しを依頼する。

運転当番は更にビームライン・インターロックシステム以外のキー管理も行っており、実際に管理するキーの数は 300 個を超える。運転当番の主な業務は放射光リング運転中に発生するさまざまな問題に対応することであるが、キーの貸し出しのたびに進行中の業務を中断し、キーが収納されている鍵箱まで移動、キーの貸し出しを行わなければならない。

運転当番の業務効率化のためにはキーの貸し出しを自動化するなどの対策が必要であり、これまでも一般に販売されているキーの管理システムの導入が検討された。しかし、一般に販売されているものはこれほど多いキーの管理を考慮したものではなく高価になってしまう。そのため、今回新たに多数のキー管理を考慮したシステムを開発する事となった。

2 システムの概要

今回のシステム(図 1 参照)ではアームロボットを利用する事とした。アームロボットを使用しても、今回のケースのように管理するキーの数が多い場合には、一般に販売されているものを導入するよりも安価となる。

アームロボットはキーを収納するためのフック、キーの ID を読み取るためのセンサーとともにアクリルのカバーで覆われている。利用者がキーの借り出しや返却を行う部分には 2 重の扉がある。内扉は施錠されていて

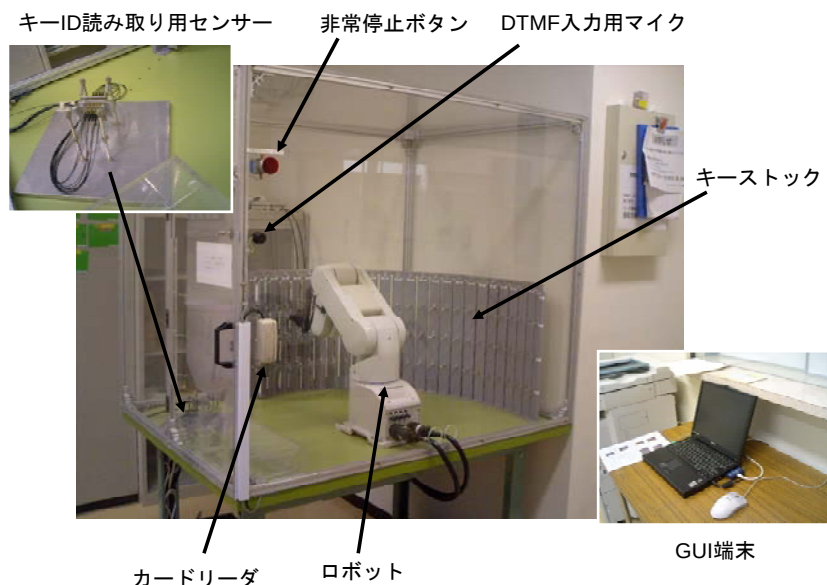


図 1. システムの概観

直接ストック用のフックに手を伸ばす事はできない。

キーを借り出す際は、はじめに ID カード（KEK-PF ではスタッフ及びユーザは全員所持）をカードリーダーに通す。次に GUI 端末（パーソナルコンピュータ）上で必要なキー選ぶとアームロボットが動作を開始、ストック用のフックからキーを取り、貸し出しトレイにキーを入れる。

本システムではキーの借り出し条件に様々な設定を行う事が出来る。「このキーはこの人とこの人にだけ貸し出し可能」のような設定はもとより、「このキーが貸し出し中はこのキーを貸し出さない」などのように非常に柔軟な設定が可能である。また、特定のキーに関して利用許可を行わないと貸し出ししない仕組みも備えている。

キー返却の際は始めに扉に取り付けられた返却用フックにキーをかける。次に ID カードを通してから扉を閉めるか、あるいは扉を締め、ID カードを通した後 GUI 端末の「返却」ボタンをクリックすればアームロボットが起動する。アームロボットは返却用フックにかかったキーをつかむと、キーID 検出用のセンサーにキーホルダを挿入、キーの ID を読み取った後、対応するストック用フックにキーをかける。

なお、以上の全ての操作に関するログデータはメイン PC 上に残されるようになっている。

3 ハードウェアの構成

本システムは中心的な役割を担うアームロボット、キーID 読み取り器及びインターフェース用 PLC(Programmable Logic Controller)、ID カード読み取りのためのカードリーダー、特定のキーの利用許可を行う際に使用する DTMF(Dial Tone Multi Frequency)入力器、システム全体を制御するためのメイン PC、GUI 端末用 PC からなり、それぞれの機器はネットワークを使用して接続されている。構成を図 2 に示す。

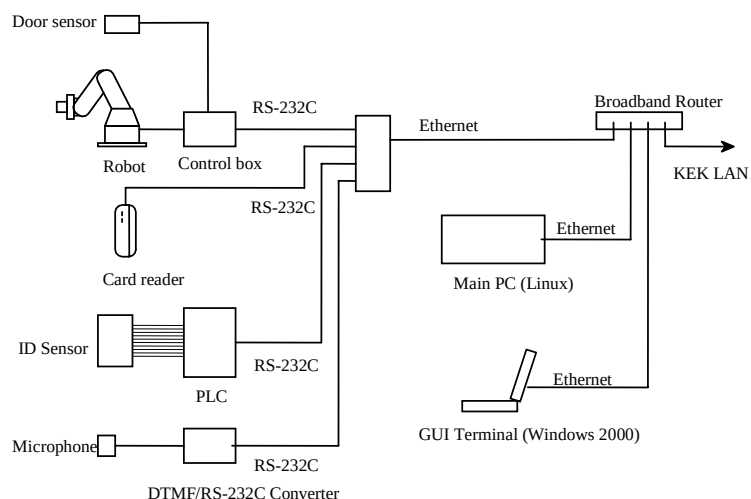


図 2. ハードウェア構成

3.1 アームロボット

アームロボットとしては三菱電機製産業用ロボット RV-2AJ を採用した。アームロボットは RS-232C により外部からコントロール可能で RS-232C/Ethernet 変換器(MOXA 製 RS-232C シリアルデバイス・サーバ NPort5410)を解してネットワークに接続される。

3.2 キーID 読み取り器及び PLC

キーの識別はキーホルダにかけられた穴（図 3 参照）の数と位置により行う。ID 読み取り器には 10 個の光センサーが取り付けられており、それぞれ PLC(OMRON SYSMAC CPM2A)に接続されている。アームロボットと同様に RS-232C/Ethernet 変換機を通してネットワークに接続される。



図 3. キー識別用穴

3.3 カードリーダー

KEK-PF ではスタッフ及びユーザは磁気データの書き込まれた ID カードを全員所持しており、実験室等の入退室の管理に使用されている。本システムではこの ID カードを読むことにより人物の特定を行っている。カードリーダーも同様に RS-232C/Ethernet 変換機を通してネットワークに接続される。

3.4 DTMF 入力器

本システムは特定のキーに関して運転当番の許可がないと貸し出しを行わない機能を備えている。キー貸し出しの許可は、運転当番が構内 PHS を通して貸し出し依頼者の電話に DTMF 信号(いわゆる「ピッ、ボッ、パッ」音)を送信する事により行う。貸し出し依頼者は運転当番にキーを利用する旨を伝え、受話器を DTMF 入力器のマイクロフォン部に押しあてる。その後運転当番が 4 桁の暗証番号を入力すると、特定のキーの貸し出しが可能となる。



図 4. DTMF 入力器

今回 DTMF 入力器は DTMF 用 IC(CM8870)と PIC マイクロコンピュータ(PIC16F84)を使用して自作を行い、DTMF 信号が入力されると対応したコードが RS-232C を通して出力されるようにした。(図 4 参照) DTMF 入力器も同様に RS-232C/Ethernet 変換機を通してネットワークに接続される。

3.5 ネットワーク及び PC

システム全体を制御するメイン PC や GUI 端末用 PC をはじめ各ハードウェアは全てローカルなネットワークに接続されており、ブロードバンドルータを介して構内 LAN に接続される。このうちメイン PC はルータの DMZ 機器に設定されていて構内 LAN からアクセスが可能となっている。なお、OS としてはメイン PC で Linux(Fedra Core 5)が GUI 端末用 PC では Windows 2000 が使用されている。

4 ソフトウェアの構成

システムの制御には KEK-PF のビームライン制御等に利用されるソフトウェア STARS(Simple Transmission and Retrieval System)^[1-4]が採用されている。STARS は TCP/IP ソケットを使用したテキストベースのメッセージ配信システムで、非常にシンプルかつ汎用的なソフトウェアである。

STARS ではサーバプログラムを中心に複数のクライアントプログラムが接続し、おのおの STARS サーバを介してメッセージを送受する事により機器の制御等を行う。

STARS では機能の追加等はクライアントプログラムを追加することにより行うので、ソフトウェア改造の際にシステムを再起動する必要はまったくない。また、それぞれのクライアントプログラムはネットワークを介して STARS サーバに接続可能なため、ソフトウェアを複数の PC 上に配置することも可能である。

STARS サーバは様々な OS で動作するが、今回はメイン PC に Linux を採用、STARS サーバをはじめとし、GUI 端末クライアント以外の STARS クライアントプログラムは全てこのメイン PC 上で動作させる事とした。本システムの構成を図 5 に示す。

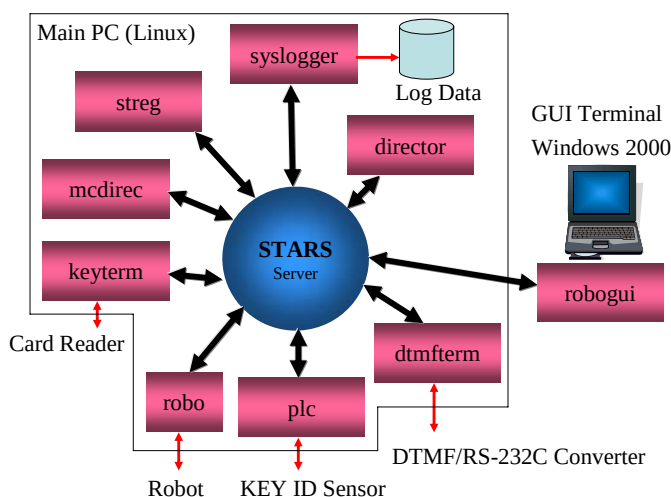


図 5. ソフトウェア構成

なお、各 STARS クライアントプログラムの働きは次の通りである。

- robo：ロボットを制御するための I/O クライアント、STARS からのコマンドに応じてロボットを動作させる。Perl を使用。
- robogui：キーの貸し出し、返却を行うための GUI プログラム Visual Basic 6 を使用。
- keyterm：カードリーダを制御するための I/O クライアント。Perl を使用。
- plc：キーの ID センサーからの入力を処理するための I/O クライアント。Perl を使用。
- dtmfterm：DTMF 入力器からの入力を処理するための I/O クライアント。Perl を使用。
- streg：本システムのデータベース的なクライアントプログラム。キーストックの位置情報や、利用者の権限に関する情報等が記録されている。
- mcdirec：STARS サーバから送られてくるメッセージを元に、スクリプトを実行するクライアントプログラム。キーを借り出す際のロボットの動作手順等を司っている。
- director：本システムの中心となるクライアントプログラム。キー借り出しの手順の開始等の命令はこのプログラムから発生する。
- syslogger：システムの動作を記録するためのクライアントプログラム。STARS のメッセージの流れを日ごとのアーカイブデータとして保存する。キーの借り出し、返却のログデータはこのクライアントプログラムにより記録される。

5 システム構築の実際

今回のシステム構築にあたってはハードウェアの構築及びソフトウェアの開発を同時に進行させた。また、ソフトウェアに関しては、他のシステムで使用している STARS クライアントプログラムを再利用することで、効率のよい開発を行う事ができた。ハードウェアの組上げに於いてはスクリプトを作成し、ロボット自身にストックの取り付け位置のけがきを行わせる等、様々な工夫を行った。

利用許可を行う仕組みに関しては開発段階では予定されていなかった。しかし、運用開始寸前に強い要望があり、急遽システムの構成を変更する事となった。ハードウェアに関しては新たに DTMF 入力器を作成することとなったが、ソフトウェアに関しては dtmfterm の作成と director の一部書き換えで対応することが出来た。これは STARS を採用した結果と言える。

6 まとめと今後の課題

今回、アームロボットを利用する事で非常に高機能なキー管理システムを構築することが出来た。また、今後の運用の中で発生する要望や不具合に関しても、STARS の採用により比較的容易に対処可能である。

本システムの問題点としてはサイズが大きい事や、キー返却の方法が若干面倒である事があげられる。今後はコンパクト化、そして効率よいキー返却の仕組みの開発に取り組んでゆく予定である。

参考文献

- [1] <http://stars.kek.jp/>
- [2] 小菅 隆, et al, “簡易メッセージ配信システム江(STARS)の入退室管理システムへの応用”, 平成 13 年度技術研究会(2002, 核融合科学研究所)
- [3] 斉藤 裕樹, et al, “STARS を用いたビームライン基幹部の真空モニタシステム”, 平成 16 年度大阪大学総合技術研究会(2005, 大阪大学)
- [4] T. Kosuge, et al., “Recent Progress of STARS”, PCaPAC2005, Hayama, 2005.