

CORBA による共有メモリの実現

増田 大樹[†] 小田 昇司[‡] 蟹江 慎[‡] 大谷 治之[‡]

三菱電機(株)[†]

三菱電機メカトロニクスソフトウェア(株)[‡]

1. はじめに

近年ネットワーク通信機能を有する組込み機器は増加傾向にある。組込み機器はネットワーク通信機能を持つことにより次の利点を得ることができる。遠隔地からの機器制御・監視、組込み機器と制御・監視装置の分離、複数の監視装置との同時接続。

従来から存在する組込み機器は監視装置と独自の方式によるローカル通信で結合されており、監視装置のアプリケーション(監視アプリケーション)は情報の取得をポーリング方式で行っている。監視装置と組込み機器をネットワークで接続するにあたり、ポーリングの仕組みを CORBA で実装した(従来型ネットワーク方式)。この組込み機器と監視装置間の通信性能の評価を行ったところ、ローカル通信に比べ情報取得に大幅に時間を要し、監視装置の情報更新に時間が掛かることが分かった。

今回、監視装置が組込み機器から取得した情報を高速に更新する方法を検討した。本報告ではその結果得られた、CORBA の上に構築した共有メモリ機構の提案とその評価について述べる。

2. 解決策検討

情報更新に要する時間を短縮する手法として次の2つが考えられる。

- (1) 一括取得方式・・・ポーリング方式は変更せず、複数の情報を一括取得する。これにより全体の時間を短縮する。
- (2) 共有メモリ方式・・・分散コールバック方式を採用し、組込み装置が能動的に変化のあった情報を発信し、監視装置の共有メモリを更新する。

各方式の利点と欠点を比較すると次のようになる。

(1) 一括取得方式

概要：従来型ネットワーク方式で個別に発行していた情報取得を1回の通信でまとめて行う。

利点：情報取得を一括で行うため情報を更新するために必要な通信回数が減る。

欠点：情報を取得するためには必ず通信を伴うため情報取得にかかる時間は共有メモリ方式より長い。組込み機器の情報が変化した場合かは情報を取得しなければ分からない。

(2) 共有メモリ方式

概要：組込み機器が主体となり、組込み機器の主記憶上に記録した情報を監視装置の主記憶上の共有メモリにコピーする。

利点：必要な情報が監視装置の主記憶上にあるため、監視アプリケーションは高速に情報を取得できる。変化のあった情報のみが通信路を通るため通信量を削減できる。

欠点：組込み機器が情報を送信するタイミングと監視装置が情報を取得するタイミングが独立関係にあるため、監視アプリケーションが必要とする以上の頻度で通信を行う可能性がある。

今回は共有メモリ方式を用いて情報更新時間の短縮を図った。その理由は以下の通りである。適用を行う監視アプリケーションは頻繁に情報の取得を行う。この監視アプリケーションに一括取得方式を適用した場合、通信が頻発してしまう。一方で共有メモリ方式では監視装置の主記憶上に取得する情報が存在するため、情報取得を頻繁に行ってもそれによる通信の増加は発生しない。従って共有メモリ方式の方が望ましい。

3. 共有メモリ方式実現

共有メモリ方式実現にあたり、共有メモリ機構を従来型ネットワーク方式同様に CORBA の仕組みの上に作成することとした。(図 1)

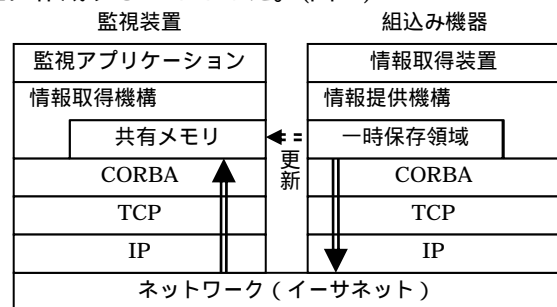


図 1 システム概要

共有メモリ機構は次の手順で動作する(図 2)。

監視装置は主記憶に、組込み機器の一時保存領域と同じデータ配置を行う共有メモリを確保する。

監視アプリケーションは取得したいデータを組み込み機器に登録するための通信を行う。

組込み機器は登録されたデータを周期的に取

A software shared memory mechanism on CORBA for embedded systems.

[†] Hiroki Masuda, Haruyuki Ohtani,
Mitsubishi Electric Corporation

[‡] Syoji Oda, Makoto Kanie

Mitsubishi Electric Mechatronics Software Corporation

得し、一時保存領域に配置する。
 組込み機器は周期的に一時保存領域の情報を監視装置に one-way 通信で送信し、監視装置の共有メモリを更新する。
 監視アプリケーションは情報を監視装置の主記憶にある共有メモリから読み出す。
 監視アプリケーションが必要としなくなったデータは登録解除の通信を行う。

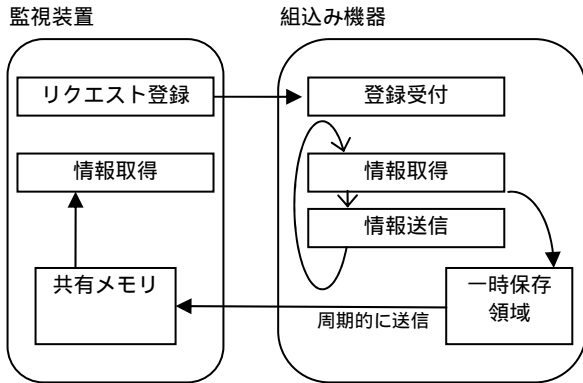


図 2 共有メモリ機構 システム構成

本実装にあたり、通信を効率化するために次の対策を行った。

- 手順 の際に、既に一時保存領域に書かれている情報と比較を行い、変化の発生した情報のみを一時保存領域に書き込む。
- 複数の監視装置に対応するために、組込み機器は手順 で登録を受け付ける際に監視装置ごとにどの情報を必要としているかチェックを行い、手順 の時に必要としている情報のみを送信する。
- 変化の発生したデータを複数一括に送信する。

4. 性能評価

次の 2 つの監視アプリケーションを作成し、それぞれにおいて通信量と情報更新時間の比較をした。

- 従来ネットワーク方式のみを用いた監視アプリケーション
- 従来ネットワーク方式で取得する情報の一部を共有メモリ方式で取得するようにした併用型監視アプリケーション

組込み機器にはリアルタイム OS が搭載され、共有メモリ機構は低い優先度で CPU の空き時間を利用して情報を送信する。組込み機器で使用した CORBA は大谷、増田らによる組込みシステム向けの CORBA^[1]を用いている。監視装置は従来ネットワーク方式による情報取得と共有メモリからの情報取得の両方を行い、情報を更新する。

表 1 は組込み機器と監視装置をピアツーピアで接続した結果である。このように共有メモリ方式を併用することにより通信回数とネットワーク上を流れるデータの量を減少させることができた。また、従来ネットワーク方式で取得するデータが減ったことで、通信を伴う情報取得数が減った。このことにより情報の更新に要する時間を 4 分の 1 にすること

ができた。

表 1 1:1 通信時の性能向上

1:1 通信	従来型ネットワーク方式のみ	共有メモリ方式併用
パケット/秒	1273 パケット/秒	646 パケット/秒
データ量	165kB/秒	99kB/秒
情報の更新に要する時間	33 ミリ秒	8 ミリ秒

また、1 台の組込み機器に対し 2 台の監視装置を用いた実験も行った(表 2)。こちらにおいても、情報取得に要する時間を 4 分の 1 にすることができた。

表 2 1:2 通信時の性能向上

1:2 通信	従来型ネットワーク方式のみ	共有メモリ方式併用
パケット/秒	1340 パケット/秒	834 パケット/秒
データ量	171kB/秒	128kB/秒
情報の更新に要する時間	61 ミリ秒	14 ミリ秒

5. 共有メモリ方式採用による副次的効果

従来ネットワーク方式や一括取得方式を採用した場合、ネットワーク上で情報取得のためのリクエストパケットが消失すると次のような問題が発生する。

- パケットの再送が TCP の仕組みで行われるため、ACK 待ちのタイムアウトが発生するまで再送が行われない。これにより監視アプリケーションが長時間受信待ち状態でブロックすることになる

今回の実験で採用した機材において、従来ネットワーク方式のリクエストパケットが消失した場合、監視装置が最初の情報取得要求を出してから再送のパケットが流れるまで 200 ミリ秒以上を要した。

一方今回実装した共有メモリ機構は、共有メモリ更新パケットが消失した場合の再送までの時間を 80 ミリ秒以下に押さえることができた。これは共有メモリ方式では組込み機器が通信を one-way で行うためである。組込み機器は回答待ちでブロックせず、次の共有メモリ更新パケットを送出することができる。これにより次のパケットが消失したパケットを追い越して監視装置に到着するため TCP の重複 ACK の仕組みが働くからである。

6. おわりに

共有メモリ機構の実現により次の事が実現できた。

- 通信回数・通信量の削減による情報更新に要する時間の縮小
- パケットの消失が発生したときの情報更新時間遅延の短縮

今後の課題として一括取得方式との性能比較等が挙げられる。

参考文献

- [1] 大谷 治之 増田 大樹: 組込みシステムにおける CORBA の機能要件, 第 66 回情報処理学会全国大会, 2004.3