

TCP のアスペクト指向実現に関する考察

2002MT001 安孫子 正康

指導教員 野呂 昌満

1 はじめに

現在、オブジェクト指向によるプロトコル処理ソフトウェアの構造整理が試みられている。従来の研究である Sockets++[1], Conduit+[2] は、プロトコル処理の共通構造を抽出し、部品化の促進を目的としている。従来の研究では実時間処理の部品化が考慮されていない。TCP 処理ソフトウェアはコネクション指向なので、コネクションの維持・管理のための実時間処理を含んだ構造になる。実時間処理は機能特性と横断的に関連するので、TCP 処理ソフトウェアの構造を複雑にする。

本研究室では組み込みソフトウェアのアスペクト指向ソフトウェアアーキテクチャスタイル (以下、E-AOSAS) を提案している。E-AOSAS は、アスペクト指向ソフトウェアアーキテクチャ (以下、AOSA) を並行に動作する状態遷移機械の集合として規定する。並行に動作する状態遷移機械は並行処理、状態遷移およびアプリケーションロジックのアスペクトで構成されている。

E-AOSAS では実時間性をコンサーンとして扱うことが考慮されていない。E-AOSAS を TCP 処理ソフトウェアに適用すると、実時間処理がコネクション維持・管理やデータの送受信処理に横断的に関連する構造となる。実時間性をコンサーンとして分離すべきである。

本研究の目的は、実時間性をコンサーンとして扱う E-AOSAS+ を提案し、応用可能性について考察することである。E-AOSAS+ を提案することで、AOSA 構築時に実時間性をコンサーンとして扱うことができる。

本研究は以下のように進める。

- E-AOSAS を適用した TCP 処理ソフトウェアの AOSA の構築
- TCP 処理ソフトウェアの AOSA から、実時間処理を取り入れた E-AOSAS+ の提案
- E-AOSAS+ の応用可能性について考察

本研究では、実時間処理を取り扱う E-AOSAS+ を提案した。実時間処理は並行に動作する状態遷移機械として扱うので、タイマの起動や取り消しはイベントの通知でおこなう。E-AOSAS+ にもとづいて構築したアーキテクチャでは、実時間処理をアスペクトとしてモジュール化できることを確認した。

2 アスペクト指向ソフトウェアアーキテクチャスタイル (E-AOSAS)

E-AOSAS は並行に動作する状態遷移機械の集合としてアーキテクチャを構築することを規定している。状態

遷移機械が並行処理実体であり、互いにイベントをやり取りして協調動作する。状態遷移機械はイベントに対応した処理を実行している活性状態と、イベントの到着を待つ待機状態が存在する。待機状態でイベントを受け取り活性状態に入る。処理終了時に待機状態に戻る。主要コンサーンを並行処理コンサーンとし、並行処理アスペクトでは状態遷移機械を並行に動作させる処理を記述する。二次コンサーンは、状態遷移コンサーン、およびアプリケーションロジックコンサーンである。状態遷移アスペクトでは受け取ったイベントに対応する状態の遷移をおこなう処理を記述し、アプリケーションロジックアスペクトでは状態遷移時の振る舞いを記述する。E-AOSAS では、部品化を視野に置いて、状態遷移とアプリケーションロジックをアスペクトとして分離することを規定している。

3 TCP 処理ソフトウェアのアーキテクチャ

E-AOSAS を TCP 処理ソフトウェアに適用し、AOSA を構築した。Sockets++ や Conduit+ では、オブジェクト指向を用いて階層構造を整理している。Conduit+ の構造をもとに AOSA を構築して、TCP 処理ソフトウェアの構造を整理する。TCP 処理ソフトウェアは上下層とのやり取りをおこなう入出力、TCP 処理ソフトウェアのコネクション制御、フロー制御のための送信および受信システムで構成される。

実時間処理のモジュール化

TCP 処理ソフトウェアの再送処理、コネクションの切断、コネクションの生存確認および遅延確認応答に関連するタイマ処理が実時間処理である。タイマの起動、取り消しは送受信処理に関するオブジェクトに横断的に関連する。実時間処理が横断的に関連する例として再送タイマを例に上げる (図 1 参照)。

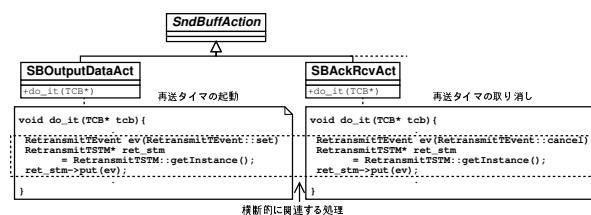


図 1 実時間処理に関連する処理

SBOOutputDataAct クラスは送信システムがデータを送信する時の振る舞いをクラスとしている。SBACkRcvAct クラスは送信システムが受信システムから確認応答を受信したという通知を受け取った時の振る舞いをクラスとしている。アプリケーションロジックに実時間処理が横断的に関連することを確認した。

AOSA の再構築

タイマ処理を実時間処理アスペクトとしてモジュール化し、TCP 処理ソフトウェアの AOSA を再構築した。TCP 処理ソフトウェアのタイマは並行に動作する状態遷移機械として取り扱うことができる。実時間処理アスペクトはコネクション制御、送受信システムのアプリケーションロジックと関係している (図 2 参照)。

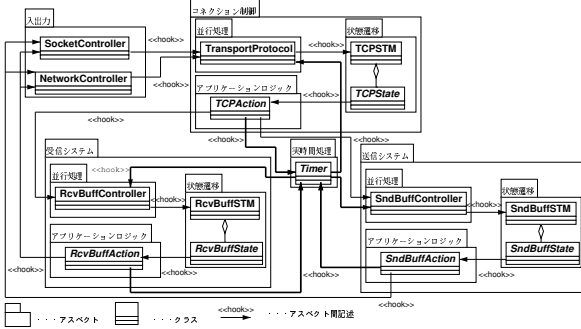


図 2 実時間処理を取り入れた AOSA

4 実時間処理を取り入れた E-AOSAS+

実時間処理を取り入れた TCP 処理ソフトウェアの AOSA をもとに、実時間性をコンサーンとして扱う E-AOSAS+ を提案する。タイマの起動、取り消しはイベントの通知でおこなう。E-AOSAS+ では、タイマ処理を実時間処理アスペクトで扱う (図 3, 図 4 参照)。

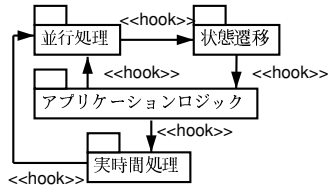


図 3 E-AOSAS+

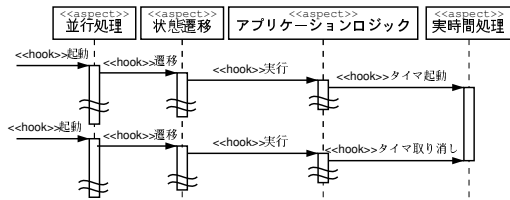


図 4 E-AOSAS+ のシーケンス図

実時間処理アスペクトはタイマの起動、取り消し、タイムアウト処理をアスペクト間記述でおこない、アプリケーションロジック、並行処理から分離した。E-AOSAS+ では実時間性を二次コンサーンとして取り扱う。

5 考察

E-AOSAS+ の応用可能性について考察する。E-AOSAS+ を用いて実現した TCP 処理ソフトウェアへの実時間処理の追加について考察する。また、他のプロトコルへの E-AOSAS+ の適用を考える。

5.1 実時間処理の追加・変更に関する考察

再構築した AOSA で、新たなタイマを追加する場合を例にタイマの追加前、後のコードを比較する (図 5 参照)。

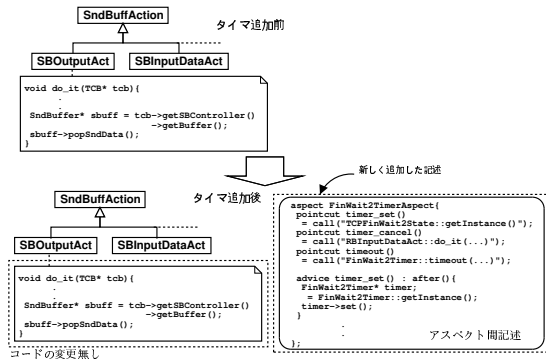


図 5 タイマの追加によるコードの変更

変更箇所は実時間処理アスペクトへのタイマクラスの追加とアスペクト間記述の追加である。実時間処理をアスペクトとして扱う前に比べ変更箇所が局所化しており、実時間処理の分離がおこなえている。

5.2 他のプロトコルへの E-AOSAS+ の適用

UDP 処理ソフトウェアへの E-AOSAS+ 適用を考察する。UDP 処理ソフトウェアに、一定間隔でパケットを送信する処理の追加を考えた。追加したタイマは、並行に動作する状態遷移機械として取り扱うことができるので、E-AOSAS+ を適用できる。UDP 処理ソフトウェアの AOSA は入出力、送信・受信システム、実時間処理で構成される。特定の状態におけるタイマの起動、取り消し処理はアスペクト間記述に局所化し、変更が容易である。上下層と入出力があるプロトコル処理ソフトウェアに、E-AOSAS+ は応用可能性が高いと予想できる。

6 おわりに

本研究では、TCP 処理ソフトウェアに E-AOSAS を適用し、AOSA を構築した。実時間処理をモジュール化する必要性を確認し、実時間処理を取り入れた AOSA の再構築をおこなった。実時間処理をアスペクトとして扱うことができる E-AOSAS+ を提案した。

今後の課題は、実時間処理アスペクトに割り込み処理を取り入れることである。タイマのタイムアウト処理は優先しておこなう必要があり、割り込み処理でおこなう。

謝辞

本研究を進めるにあたり、2 年間ご指導いただいた野呂昌満教授、有益なアドバイスをくださった張漢明助教授、野呂研究室のみなさまに深く感謝いたします。

参考文献

- [1] S. Boking, "Sockets++ -A Uniform Application Programming Interface for Communication Services," *IEEE Communication Magazine*, Dec. 1996.
- [2] H. Huni, R. Meunier and R. Engel, "A Framework for Network Protocol Software," in *Proc OOPSLA 95*, Oct. 1995, pp. 358-369.