

## 依存関係記述スキーマによる双方向 XML アプリケーションの開発

林 康史      劉 東喜      中野 圭介      胡 振江      武市 正人

東京大学大学院情報理工学系研究科

### 1 はじめに

XML に代表される構造化文書の利点の 1 つは、プログラムによる変換によって容易に文書構成を変えることができることである。この利点を生かし、既存の XML データを必要に応じて構成し直したデータを生成してユーザがデータに変更を加え易くするようなアプリケーションが考えられる。例えば、図書のリストを分野別や著者別に並べ変えてから特定の分野や著者のデータの一部を変更するとか、TODO リストからまだ完了してない仕事だけを取り出し、締め切り日順に並べ変えて、完了した仕事にチェックを入れるというような場合である。このような再構成自体は XML 変換言語で変換プログラムを用意することで行うことができる。しかし生成されたデータに加えられた変更を元データおよび他の生成されたデータに一貫性を保って反映させることは容易ではない。もしそれが容易にできるようになれば、このようなアプリケーションを開発する際の効率が向上し、開発時間が短縮されることが期待できる。

本研究では変換によって構成し直したデータを元の文書に含めた文書を考える。新しくできた文書内には、既存データと生成されたデータの間依存関係が生じる。このような依存関係を生み出す変換プログラムをスキーマの中に埋め込んで記述し、その実行に我々が開発した双方向言語 Bi-X[1] を用いることにより、既存データ部分を変更しても、変換プログラムで生成された部分を変更しても他方に反映させることができるようにする。このような双方向の更新機構を備えたアプリケーションを簡単に作成することができる環境を構築することが本研究の目的である。

### 2 依存関係記述スキーマ

依存関係記述スキーマは、W3C XML Schema(WXS) に、XPath の構文を用いたプログラムを埋め込んだものである。プログラムには、ロケーションパスで文書内の要素を参照してそれに抽出や並べ変えなどを行う

Development of Bidirectional XML Applications Using Dependency Description Schema  
Yasushi HAYASHI, Dongxi LIU, Keisuke NAKANO, Zhenjiang HU, Masato TAKEICHI  
Graduate School of Information Science and Technology, University of Tokyo

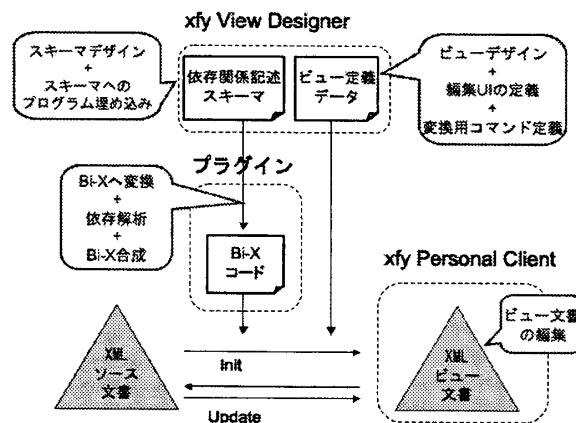


図 1: アプリケーション開発の概要

操作を記述し、その実行結果はプログラムが埋め込まれた要素定義部分に対応する、XML 内の要素の中に入力されることになる。複数の依存関係を個別に直感的な表現で埋め込むことができ、1つのプログラムで全ての依存関係を記述する方法より容易である。プログラムは annotation 要素内の appinfo 要素の中に記述してスキーマ内に埋め込まれる。appinfo 要素は WXS の中でコメントを記述するためのものであるが、我々のシステムは、その情報を読み取って依存関係の記述として利用する。繰り返しが定義されている要素定義部分にプログラムを埋め込むと、対応するそれぞれの XML 要素内に実行結果が出力されることになるので XML 文書に直接埋め込む方法より効率がよい。

### 3 双方向 XML アプリケーションの開発

依存関係記述スキーマによる双方向 XML アプリケーション開発の概要を図示したものが図 1 である。ここではアプリケーションの開発作業を支援するため、ジャストシステム社が開発した xfy システム [2] のツールを活用する。依存関係記述スキーマからプログラムを抽出し双方向変換を行う計算機構は、xfy のプラグインとして実装することにより、xfy の拡張機能として実現されている。

ユーザは、まず xfy View Designer を用いて依存関係記述スキーマを作成し、スキーマを満たす XML がブラウザ上でどう表示されるかを定義するビュー定義を行う。さらにブラウザ上で XML 文書に変更を加えるため

のインターフェイスの定義、変換用コマンドを呼び出すためのメニューの定義等を行うことができる。一方で、既存データが含まれているXMLソース文書を用意する。このXML文書を、ブラウザである xfy Personal Client で開くと既存データがビュー定義にしたがって表示される。メニューから変換プログラムを生成するコマンドを選べるとプラグインが起動し、依存関係記述スキーマからプログラムを抽出してそれぞれをBi-Xのプログラムに変換し、参照関係を考慮してそれらを順序よく実行する一つのBi-Xプログラムに合成する。Bi-Xは、プログラムに記述された変換(順変換)から、変換結果に加えられた変更を変換元に反映させる変換(逆変換)を自動生成することができる双方向変換言語である。次にメニューから順変換を行うためのInitコマンドを選択すると生成されたBi-XプログラムがXMLソース文書に対して順変換を行い、既存データに生成されたデータを加えたXML文書が生成され、予めデザインされたビューに従って表示される。これが依存関係記述スキーマを満たしたXMLビュー文書となる。

xfy Personal Client 上でビュー文書のデータを変更した後、メニューから Update コマンドを選択すると、まず自動生成された逆変換が実行され、ソース文書に変更が反映される。引き続きそのソース文書に順変換が適用され、生成される文書がすべて作り直されるため、一貫性を保った新しいビュー文書が生成される。

#### 4 応用例

上で述べた手法を用いて実際に作成したアプリケーション例として注文管理システムと図書管理システムがある。注文管理システム(図2)は、顧客からの注文を注文日時順に並べた注文リストのXMLデータを既存データとして、注文の品が入荷済みか、引渡し済みか等によってXMLデータを構成し直した注文リストを複数自動生成し、入荷時、引渡し時などの状況に応じて都合の良いリストを見ながら加えた変更が、元リストと他の生成されたリストにも一貫性を保ちながら反映されるようなアプリケーションである。

図書管理システムは貸し出し者のデータを含む所蔵図書リストから利用者別の貸し出し状況を表すデータを自動生成し、図書を借りたり返したりする時に元の所蔵図書リストか、貸し出し状況のデータかどちらか一方を編集すればそれが他方にも反映されるようなアプリケーションである。

#### 5 結論

本研究の主な貢献は次の2点である。

person	product name	price	quantity	subtotal	order date	arrival date	shipped	delivery date	delivered
Kensuke Nakano	RAM memory 1G	3180	2	6360	2007/09/02	2007/10/05	yes	2007/10/11	no
Daisuke Iki	HDD 15# 15942	25800	1	25800	2007/09/05	2007/10/25	no	2007/10/27	no
Yasuhiko Yamaguchi	ATOK for MAC	8600	1	8600	2007/09/12	2007/10/13	yes	2007/10/15	no
Koji Yamamoto	RemoVer for Top	6700	1	6700	2007/09/15	2007/10/02	yes	2007/10/03	yes
Shiro Takahashi	Apple Mac	4300	3	12900	2007/09/21	2007/10/22	no	2007/10/25	no
Yuki Tanaka	キーボード Apple	6600	1	6600	2007/09/25	2007/10/10	yes	2007/10/14	yes
Yoshi Yamada	IBM RAID Control	26400	1	26400	2007/09/29	2007/10/02	yes	2007/10/04	yes
Yasuo Honda	Post v. 1102	39500	1	39500	2007/09/30	2007/10/08	yes	2007/10/10	no
Yoji Abe	Apple Wireless M	8500	1	8500	2007/10/01	2007/10/18	no	2007/10/19	no
Seiji Kato	mobile	88800	1	88800	2007/10/03	2007/10/23	no	2007/10/25	no

図2: 注文管理システム

- 依存関係記述スキーマの提案
- 双方向更新可能なアプリケーションの開発手法の提案および実現

結果として、次のような望ましい特徴を持つXMLアプリケーション開発環境が実現された。

- 容易かつ効率のよい依存関係の記述が可能である。
- 依存関係の記述から双方向変換の利用により更新コマンドが自動生成されるので、開発者による更新コマンドの実現が不要である。
- 文書更新時の項目間の一貫性が自動的に保たれる。

なお、本システムについての、より詳しい説明文書および3節で説明したプラグインは、我々のプロジェクトホームページ [3] で公開されている。

#### 謝辞

本研究で用いた xfy システムについての技術的な支援をいただいたジャストシステム株式会社に感謝する。本研究は文部科学省リーディングプロジェクトである「e-Society 基盤ソフトウェアの総合開発」の一環である「高信頼構造化文書変換技術」の中で行われた。

#### 参考文献

[1] D. Liu, Z. Hu, M. Takeichi, K. Kakehi and H. Wang, A Java Library for Bidirectional XML Transformation. *JSSST Computer Software*, 24(2), 2007, pp.167-177.

[2] Justsystem Corporation, xfy Technology. <http://www.xfytec.com>.

[3] 東京大学 PSD 研究拠点, 高信頼構造化文書変換技術. <http://www.psdlab.org>