

論文の内容の要旨

論文題目 診療支援システムへの応用を目的とした
オントロジーに基づく診療情報表現モデルに関する研究

指導教員 大江 和彦教授

東京大学大学院医学系研究科

平成 16 年 4 月入学

医学博士課程

社会医学専攻

氏名 河添 悦昌

1. 緒言

1.1. 背景

診療情報の電子化を医療の質の向上に結びつけるための方法の一つとして、計算機による診療支援が挙げられる。計算機による診療支援を実現するためには、計算機可読な形式で記述された専門家の知識が必要となる。計算機によって現実世界のモデル化を行う際、我々は対象領域にある「概念の存在」を認知し、それに対して「概念化」を行うことで概念を抽出する。概念化とは他の概念との違いや概念間の関係を同定することでその概念を特徴づける作業である。通常は対象領域の概念化に関して無意識的・暗黙的に行われる情報モデルの構築において、これを意識的・明示的に行

ったものをオントロジーと呼ぶ。一方、病院情報システムで扱われる診療データは電子カルテシステムやオーダーリングシステム、およびレセプト電算システムでの利用を前提としたものであり、計算機間での誤解のないデータ交換と迅速な応答の実現を目的とする。そのため診療データベースにおける情報モデルの構築にはデータの堅牢性と処理速度が優先され、医学領域を対象とした概念化は行われない。このような設計意図を持った情報モデルに対して医学の概念体系に沿った知識に基づいて診療データを利用するには困難を伴う。本研究ではこの困難が次の3種類の情報モデルのミスマッチによって生じると捉えこれに着目する。1. 情報モデル構造のミスマッチ。これは診療データベースの情報モデルが、データ間の上位・下位の概念間関係を表現しないことに起因する。2. 情報項目表現のミスマッチ。これは診療データベースで使用されるマスタデータが医学的な概念との対応付けが行われていないことに起因する。3. 時間表現のミスマッチ。これは診療データがタイムスタンプデータによる時間の表現を持つことに起因する。

1.2. 研究の目的

本研究は前述の情報モデルのミスマッチに着目し、オントロジーに基づく診療情報表現モデル(以下、診療情報オントロジー)によって、診療データをより利用しやすくする手法を提案する。また、提案手法を応用して患者の病態を考慮した医師の処方オーダーに対する警告システムを試作し評価を行う。

2. 提案手法

2.1. 手法の概要

本研究では診療情報オントロジーを開発しこれを仲介モデルとして利用することで情報モデルのミスマッチを改善する手法を提案する。これを実現することで SWRL (Semantic Web Rule Language) を利用した概念に基づく問い合わせ表現とその実行が可能となる。提案手法の概要を図 1 に示す。

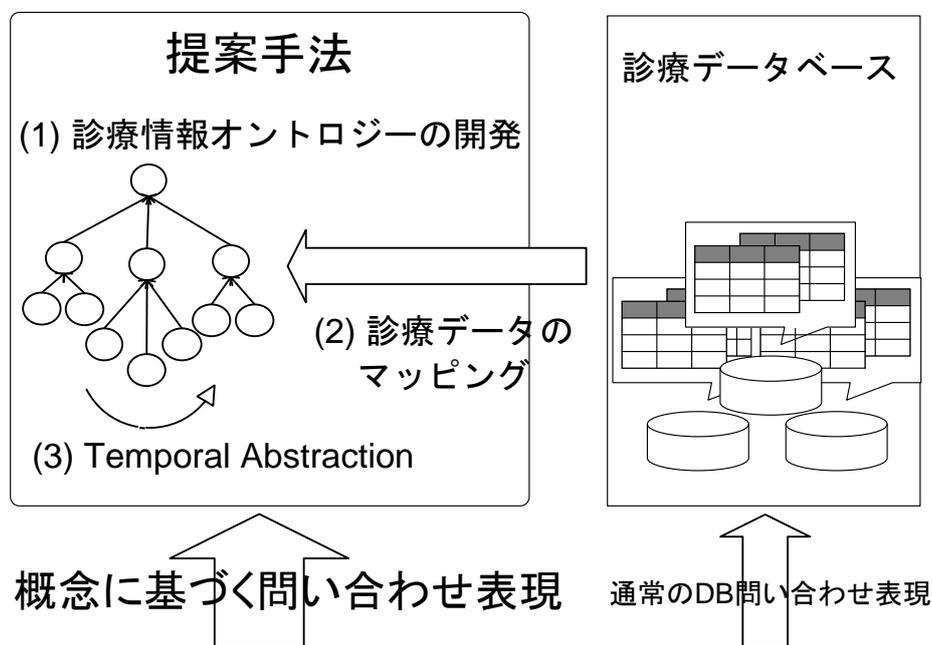


図 1: 提案手法の概要。提案手法は 3 要素から構成される。1. OWL (Web Ontology Language) を用いた診療情報オントロジーの開発。診療情報に見られる医学的な概念と概念間の関係を考慮しながら診療情報の表現定義を行い、これらを時間のモデルと結合することで診療イベントを表現する。2. 診療データのマッピング。テーブル構造の情報モデルに記録される診療データを階層構造によって表現される診療情報オントロジーに記録するための対応を取る。3. Temporal Abstraction。時点によって時間表現が行われる検体検査結果のようなデータから、オントロジーに表現されるより高レベルな概念のデータを得るために行う。例えば、ある 2 つの時点で得られる検体検査結果 [AST, 500IU/L, t1] と [ALT, 700IU/L, t2] から重度の肝障害が持続している状態を表す[肝障害, 重度, p1] を導出する。

2.2. 概念に基づく問い合わせ表現

診療情報オントロジーに診療データが記録され、Temporal abstraction が行われたと仮定すると概念に基づく問い合わせ表現とその実行が可能となる。図 2 に腎不全時におけるジゴキシンの過量投与を検出する問い合わせ表現の例を示す。

(1)	[行為イベント (?event1)	^
		<i>hasValidTime</i> (?event1, ?time1)	^
		<i>has行為</i> (?event1, ?action)	^
		投薬治療行為 (?action)	^
		<i>has投与量</i> (?action, ?dose)	^
		<i>has投与薬剤</i> (?action, ?drug)	^
		<i>has薬剤成分</i> (?drug, ?ingredient)	^
		ジゴキシ (?ingredient)	^
(2)	[状態イベント (?event2)	^
		<i>hasValidTime</i> (?event2, ?time2)	^
		<i>has状態</i> (?event2, ?condition)	^
		臨床病態 (?condition)	^
		<i>has状態の値</i> (?condition, ?value)	^
		<i>has状態の種類</i> (?condition, ?state)	^
		腎障害 (?state)	^
(3)	[greaterThan (?dose, 0.125)	^
(4)	[equals (?value, MODERATE)	^
(5)	[intersects (?time1, ?time2)	^

図 2: 腎不全時におけるジゴキシンの過量投与を検出する表現。太字のゴシック体はクラス名を表しており、イタリック体はクラス間に付けられた関係の名前を表す。また、太字のイタリック体は SWRL の述語である。この表現式は、(1) ジゴキシンを成分に持つ薬剤が投与されている、(2) 腎障害が存在する、(3) ジゴキシンの投与量が 0.125 より多い、(4) 腎障害が中等度である、(5) 腎障害の存在期間とジゴキシンの投与期間が重なっている、のいずれも真である場合に満たされる。

3. 応用システムの試作

3.1. システム設計

提案手法を応用して患者の病態を考慮した医師の処方オーダーに対する警告システムを試作した。

従来の病院情報システムで実現される患者安全を目的とした機能としては、処方オーダの禁忌チェック機能や、検査結果の異常値チェック機能などが代表的である。しかしながら、このような機能は単一の部門システムで扱われる診療データに対してのみ妥当性の判定が行われるため、異なる部門システムで扱われる診療データを組み合わせることで妥当性の判定を行うことは困難である。この問題に対し、開発した診療情報オントロジーを一種のデータベースとして利用し、各部門システムから発生する診療データをこのオントロジーに記録することで、異なる部門システムで扱われる診療データを組み合わせることで妥当性の判定を行う方法を取る。妥当性の判定は前述の SWRL によって記述した概念に基づく問い合わせ表現によって行った。システムの構成を図 3 に記す。

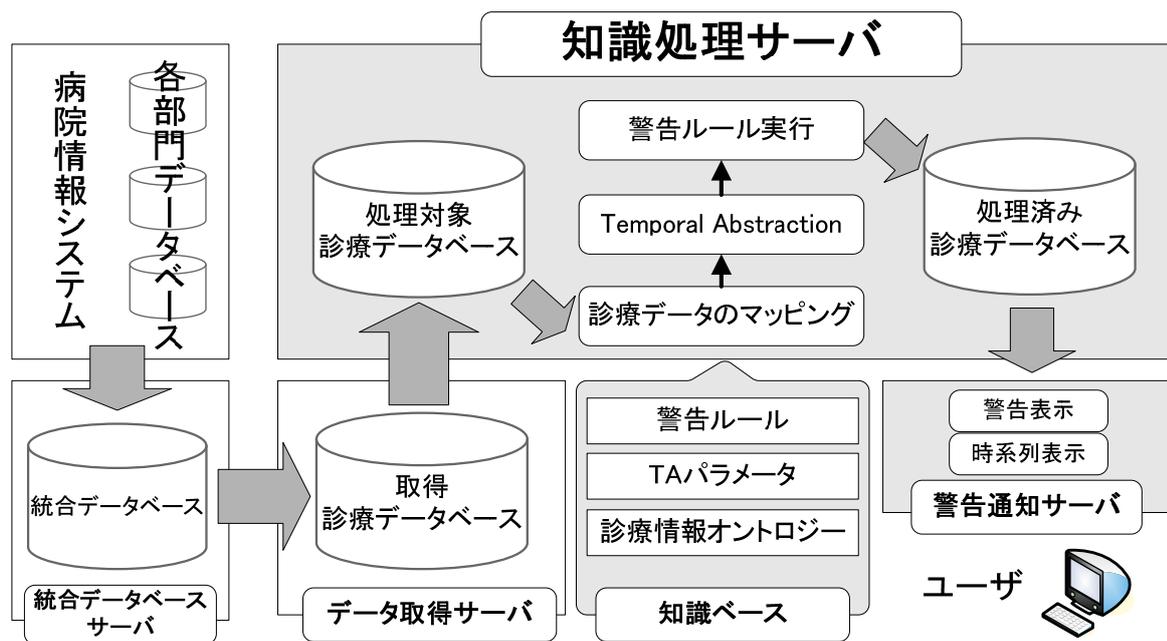


図 3: システムの構成。矢印はデータの流れを意味する。1. 統合データベースサーバは病院情報システム内の複数の部門システムと接続して診療データを取得する。データ取得サーバはこれらのデータを研究利用するために開発され、サブセットとなるデータを含むものである。2. 知識処理サーバは取得した診療データに対して警告ルールを実行する。3. 警告通知サーバは発生した警告を医師に通知する。

3.2. システムの評価

3.2.1. 警告ルール

本病院で採用される 2219 種類の処方薬のうち、それらに含まれる 1117 種類の薬剤成分を対象として総数 1294 の警告ルールを記述した。ルールを便宜上次のように分類した。(1) 併用禁忌：併用禁忌の薬剤を検出するルール、(2) 相互作用：2 薬剤の相互作用により生じたかもしれない腎障害・肝障害を検出するルール、(3) 腎障害用量規制：腎障害時の薬剤の過量投与を検出するルール、(4) 肝障害時注意：肝障害時の投与注意の薬剤を検出するルール。

3.2.2. 評価方法

評価には本病院における 2008 年 5 月から 8 月までの 3 カ月間に発生した入院患者の処方オーダと臨床検査結果を用いた。これらのデータを知識処理サーバで処理し、出力された警告全件に対して診療端末から確認することのできる診療データと比較し警告の適切性について判断を行った。

3.2.3. 評価結果

システムは 3 カ月間の診療データに対して合計 615 回の警告を出力した。警告の内訳は併用禁忌の警告が 18 件(3%)、相互作用の警告が 100 件(16%)、腎障害用量規制の警告が 445 件(72%)、肝障害時注意の警告が 52 件(9%)であった。615 件の警告のうち 346 件 (56%) を適切、269 件 (44%) を不適切と判断した。不適切と判断した 269 件の警告のうち 192 件をデータの品質不足によるものと分類し、77 件の不適切な警告を不十分な Temporal Abstraction によるものと分類した。

4. 考察

4.1. 提案手法の考察

本研究は医学領域の概念化を考慮した診療情報の表現モデルを開発し、これを時間のモデルと結合することで診療イベントを表現する診療情報オントロジーを開発した。このオントロジーを仲介モデルとして利用することで、医薬品の成分名や薬剤の投与経路、および病態を用語として用いる問い合わせ表現によって診療データが利用可能となることを示した。この概念に基づく問い合わせ表現は SQL を用いて診療データベースへ問い合わせを行う場合と比べ、医療者にとってはより直観的であると考えられる。また、応用システムの開発においては医師の処方オーダーに対する警告ルールを記述したが、診療情報オントロジーを利用することで様々な診療データに対する警告ルールを記述することが可能となる。例えば、グルコース投与の影響によってポジトロン断層撮影 (Positron Emission Tomography; PET) 検査の精度が低下するのを防ぐために、このような投薬オーダーを事前に検出するためのルール表現が可能である。

4.2. 試作システムの考察

試作システムの評価を行った結果いくつかの改善すべき点が明らかとなった。一つは診療データの品質不足に由来する不適切な警告であり、これは試作システムの評価に用いた処方オーダーが患者の投薬に直接反映されていなかったことが原因であった。本病院ではオーダーした処方薬を投薬指示システムに取り込み、このシステムにおいて投薬スケジュールを作成する仕組みを採用している。そのため、実際に投薬指示が行われた薬剤よりも多くの処方がオーダーされていたケース、またオー

ダされていたもの実際には使用されなかったケースが存在し、処方オーダを投薬データとして扱うには精度が十分ではなかった。この問題に対しては、利用するデータを処方オーダから投薬指示システムのデータに変更することでデータの品質を改善することが可能であると考えられた。また、不十分な **Temporal Abstraction** を原因とする不適切な警告が生じた。これは利用できる診療情報の種類が限られていたことから、臨床上のコンテキストを十分に判断することができなかったことが原因であった。

5. 結論

本研究では医学領域の概念モデルと診療情報が記録されるリレーショナルモデルとの間に存在する情報モデルのミスマッチに着目し、新しく開発した診療情報オントロジーを仲介モデルとして活用することでこれを改善する手法を提案した。提案手法によって概念に基づくルール表現が可能となり、これを用いて投薬に関する警告ルールを記述・実行することができた。また、医師の処方オーダに対する警告システムの試作を行うことで、提案手法が実際に応用可能であることを示した。

試作システムの限界は、診療データの品質不足と不十分な **Temporal Abstraction** を原因とする不適切な警告が発生したことが挙げられる。診療データの品質不足に関しては使用するデータを、処方オーダから投薬データに変更することで改善が可能であると考えられた。また、不十分な **Temporal Abstraction** に関しては今後、より多くの種類の診療データが利用可能となることで改善が可能であるものと考えられた。