

多成分時系列のコヒーレンスの諸相

— 関係データベース理論の複雑系への応用の試み —

辻下 徹

北海道大学理学部数学教室

1994.8.28

講演要旨

一つの複雑系の観測・観察の結果得られるデータが一つのデータベースをなすとき、関係データベース理論のいくつかの概念（特にデータ従属性）がどのような意義を持つかを模索する。

関係データベース 関係データベース理論は Codd [2] によって創始され、汎用データベース言語 SQL([7, 5]) の理論的骨組となっている。関係データベースの特徴は、記録しようとする事象についての予備知識は、属性（観測量・変数など）の集合¹の集まり²を設定することにしか必要としない点にあるといえよう、事象に内在する「関係」はデータベースの成長とともに、いわば、創発的に現れてくるのである。

時系列の定める関係データベースとそのビュー 複雑系の観測データの集まり（以下時系列と呼ぶ）は自然に（時刻と観測種の組の全体を属性のユニバースとする）関係データベースとしてとらえられる。しかし、複雑系の挙動の理解を目指すときは、時刻によらない性質が重要な役割を果たすため、通常の関係代数演算の他に「シフト射影」演算を添加することが必要となる。

時系列が与えられると、各関係スキーム（変数の集合）ごとに、一つの関係（ビュー）が得られ、時系列のある切口を呈示する。時系列のもつコヒーレンスは、いろいろなビューにおける様々な「従属性」を引き起こす。

データ従属性とコヒーレンス 関係データベース理論において「データ従属性」の定式化と分析とは主要なテーマであった ([3])。設計上これを仕様に含ませることにより、データベースに冗長性を持たせ、種々の処理を容易にすることができることが推察される。しかし、複雑系への応用においては、仕様としての従属性よりも「創発的に」現れる従属性のほうが重要である。

従属性の中では、関数従属性 (FD)・多値従属性 (MVD)・結合従属性 (JD) が重要な役割を果たす。

関数従属性とコヒーレンス ビューの関数従属性として表現されるコヒーレンスは（3変数以上では）種々のパターンがある。複雑な挙動を示す力学系モデルでは、因果性という関数従属性が仕様としてグローバルなビュー³の間に自明に存在しているが、ローカルなビュー⁴に関数従属性が現れるときは、系が自明でないコヒーレンスをもっていると考えることが出来る。

¹関係スキームという

²データベーススキームという

³ある時刻と次の時刻のすべての属性のスキーム

⁴少数の異時刻の属性のスキーム

結合従属性と部分系の準自由結合 結合従属性は、系を部分系の記述に分割するとき、部分系間のインタフェースでの両立性を除いて部分系が独立に活動している状況を表現する。一般にはこのような形の分割は可能でない。力学系の枠組では入出力を持つオートマトンの結合して得られる系の挙動は、部分系への射影の集まりのなすデータベースの準自由結合となっている。

講演内容 この報告では、

- 関係データベースの主要な概念の解説
- 関係データベースとしての時系列
- ビューに現れる関数従属性
- 部分システムの準自由結合

について述べた。

参考書 この講演の準備には主に [3, 4, 5] を参照した。実用化された SQL については [7, 5] が詳しい。データ従属性については [3] が明快だった。なお、時系列や空間的データへの関係データベースの枠組みの拡張も多くなされているようである [6]. [8] は関係データベースの簡明な解説と共に、最近のデータベース理論の展開についても書かれている。

参考文献

- [1] N.R.Adam et. al (eds), Advanced Database Systems, Lecture Notes in Computer Science vol.759 (1991)
- [2] E.F.Codd, A relational model of data for large shared data banks, ACM 13(6) (1970), 377-387.
- [3] R.Fagin and M.Y.Vardi, The theory of data dependencies - a survey, Proceedings of Symposia in Applied Mathematics, Vol. 34, 19-71, 1986.
- [4] P.C.Kanellakis, Elements of Relational Database Theory, Handbook of theoretical computer science, ed. by J. van Leeuwen, Chapter 17, 1075-1156.
- [5] 増永良文, リレーショナルデータベース入門-データモデル・SQL・管理システム-, サイエンス社, 1991.
- [6] A.Segev and R. Chandra, A data model for time-series analysis, Chapter 9, 175-190 in [1].
- [7] 上林弥彦, W.Kim, 酒井博敬編, 最近のデータベース・システムとその応用, bit 別冊, 共立出版 1983.
- [8] 横田一正、宮崎収兄、新データベース論-関係から演繹・オブジェクト指向へ、共立出版, 1994.