

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見なすとき、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。力学系的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.