

## 『VR 技術を用いた新しい外科学の展望. 外科手技の計測と評価の現状と将来.』

小山 博史

東京大学 CBI 臨床情報工学

外科手技の評価の歴史は古く、1971年 Kopta らは「An approach to the evaluation of operative skills」を *Surgery* 誌に報告している。その後 1996 年には Rezick らが Objective Structured Assessment of Technical Skill (以下 OSATS) という構造化した手術評価法を開発し、動物を用いた手術訓練と Bench Station 訓練とに効果性の差がないことを示した。OSATS は、operation-specific checklist と global rating scale の二つで構成され、前者は 20 から 40 項目、後者は Respect for Times, Time and Motion, Instrument handling, Knowledge of Instruments, Flow of Operation, Use of Assistants, Knowledge of Specific Procedure の 7 つの視点から構成される。複数の専門医が手術ビデオ等を見ながら評価することが多い。しかし、これらの評価法の課題として術式毎にどのように客観的にチェックリスト項目を決定していくのか、また、global rating scale の外科分野毎の妥当性が科学的に検証されているか等の問題がある。また、評価方法も複数の専門医によるビデオ等の観察による主観評価である。これに対し、近年、鏡視下手術の分野では Virtual Reality (以下 VR) 技術を用いた手術手技訓練と評価が急速に普及し始め、カリキュラムの中に組み込まれるようになってきている。2004年 Grantcharov らは VR 技術を用いた腹腔鏡下胆嚢摘出術手術シミュレータの有効性を RCT (Randomized Clinical Trial) で示した。

本講演では、このような状況も踏まえ、Evidence-based surgery を目指す上で必要となる外科手技を科学的に測定・評価するための方法論に関して、VR 技術を用いた外科手術シミュレーションを用いた医学生 や研修医への教育訓練に関するこれまでの研究成果を基に、外科手技の計測（特に外科医の動作解析）と評価の現状の課題と将来について言及する。

## Development of Case-based Medication Alerting and Recommender System: A New Approach to Prevention for Medication Error

Kengo Miyo<sup>a</sup>, Yuki S. Nittami<sup>a</sup>, Yoichiro Kitagawa<sup>a</sup>, Kazuhiko Ohe<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Department of Planning, Information and Management, the University of Tokyo Hospital, Japan

### Abstract

The purpose of this study was to develop a new alerting and recommender system for preventing medication errors. In recent years, alerting systems have been widely implemented, but because these systems apply a same static threshold for all patients in all cases, they produce excessive alerts and subject physicians to "alert fatigue". We believe that the most commonly-written prescription for a patient's status is the safest one. From this standpoint, we developed a real-time case-based medication alerting and recommender system linked to a database of past prescriptions. When a physician issues his or her prescription, our system dynamically compares it with past ones for similar patients in the database. An analysis of the 10 most frequently-used drugs in the University of Tokyo Hospital revealed that our system reduced the number of false alerts compared to the traditional static alert method. Our system contributes to the creation of alerts that are appropriate for patients' clinical conditions and based on physicians' empirical discretion.

### Keywords:

case-based alerting; decision support systems, clinical; medical order entry systems; medication errors; prescriptions, drug

### Background

In recent years, computerized physician order entry (CPOE) systems have been introduced to health care institutions worldwide [1, 2]. In Japan, the use of CPOE systems for medication has become widespread [3], and their implementation rate in hospitals with 500 or more beds was 70% as of 2005 [4]. The use of CPOE system is expected to contribute to efficient health care delivery and reduce physicians' time costs [1, 3, 5].

CPOE systems also contribute to improvements in health care quality, particularly in regard to safety [6–8]. To decrease errors in medical treatments, several systems with real-time data input checks have been developed, for example, to detect inappropriate dosages or drug combinations. In these systems, as soon as a physician clicks the "issue prescription" button, the system compares input data on dose regimen and concomitant drugs to data on dosage limitations and contraindicated drugs stored in a master table file. If the prescription contains inappropriate

data, the system displays an alert. Alert systems that use static threshold data stored in a master table file are called *static alert systems*.

Although static alert systems are generally useful, excessive alerts can be produced because the systems check off patient status and treatment policies. Excessive alerts cause physicians to pay less attention to the alerts [9], which then lose their effectiveness. In other words, the few important alerts are overlooked amid a lot of meaningless ones. Peterson et al. described physicians in this situation as being in a state of "alert fatigue" [7, 10]. Particularly in university hospitals, where doctors treat many patients whose cases run counter to standard treatment, the risk of overlooking alerts cannot be ignored.

Physicians need to receive appropriate alerts. In this paper, the term *appropriate alert* refers not to an alert generated based on whether the data match standards determined by drug notes, but rather to an alert generated based on whether the present treatment differs greatly from actual treatment records. Our purpose in this paper is to suggest a new approach for generating appropriate prescription alerts. We believe that most commonly written prescription is the safest one, and we considered past records stored in HIS as the gold standard. From this standpoint, we developed a real-time case-based system that alerts physicians when their prescription deviates from this gold standard.

### System design

#### System structure

The overview of our system is shown in Figure 1. The system consists of existing HIS and a database of past prescription records, as well as an alert engine. MySQL version 5.0 was chosen as the database for our system. All prescription data from the University of Tokyo Hospital (UTH) for 2000 through 2005 were extracted from HIS and stored in the database. For the alert engine, both Perl version 5.8, PHP version 5.1, and Apache version 2.0 were used.

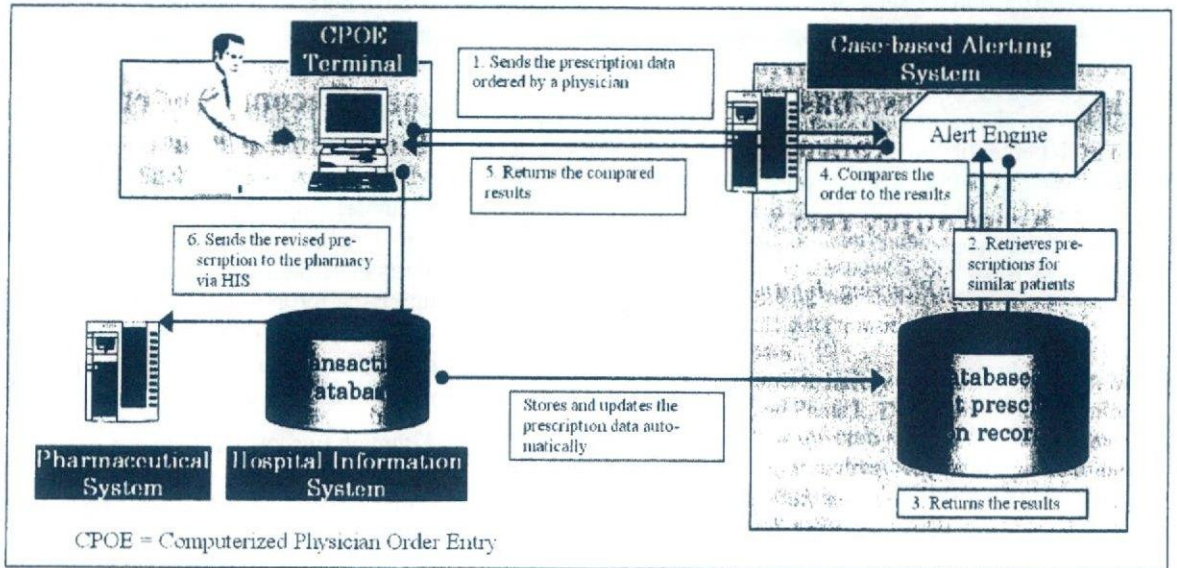


Figure 1 - The structure and workflow of the case-based alert system.

**System feature**

Our system has two major functions: alert function and decision support.

**Alert function**

The alert engine receives the prescription data entered by a physician before sending them to the pharmaceutical system. The alert engine compares these data to the statistical data for that same drug, compiled from past records in the database. If the alert engine finds that the entered data exceed the threshold described below, it sends an on-screen alert to the physician. Figure 2 presents an example of such a prescription alert. At present, the items that can trigger an alert are dosage, dose regimen, duration of drug administration, and concomitant drugs.

Statistical data on past prescriptions (such as 95th percentile and standard deviation) serve as the alert threshold. Prescription data in the database are also linked to the patient in question and to his or her diseases. Therefore, the alert thresholds classified according to clinical department (specialty), disease, sex, and age can be also used.

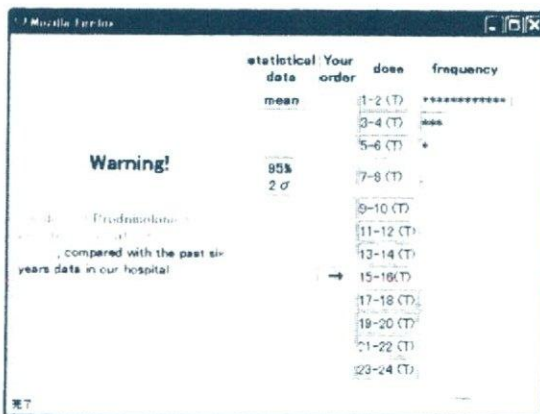


Figure 2 - A pop-up alert on the computerized physician's order entry terminal.

**Decision support function**

The recommendation function shown in Figure 3 is used when a physician wants to know the appropriate dosage and duration of drug administration. This function provides the most frequently used value by analyzing a distribution of values of past records. The physician can reexamine his or her prescription with these recommendations in mind. As in the case of the alert function, the recommendation function takes-the patient's attributes into consideration.

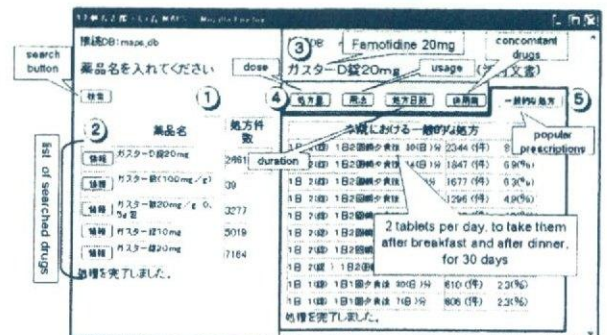


Figure 3 - The window of the recommendation function

**Interim system evaluation**

The final evaluation of our system should be done by physicians who actually use it. The present system, however, is still in the prototype phase. Therefore, we here clarify some interesting aspects of our method by comparing it to traditional static alert systems. We used data on dosage for the evaluation.

**Evaluation method**

We used the September 2006 the UTH prescription records for the system evaluation. We compared cases using our method to those using information about dosage limitation provided by drug notes. The alert function of our system used two thresholds. One was the 95th percentile threshold

of each drug, and the other was the mean + 2. We analyzed the 10 most frequently prescribed drugs at the UTH.

### Evaluation results

Results are shown in Table 1. Under both the mean + 2 and the 95th percentile thresholds, we found that the number of alerts declined for nearly one-third of the drugs compared to the existing static alert method. However, because the value of the mean + 2 for prednisolone is lower than the value described in the drug note, the number of alerts increased. The reason is that the range of prescribed dosages of prednisolone is broad (i.e., the maximum prescribed dosage was up to 120 mg, whereas the values of prescribed dosages were concentrated around 5 and 10 mg). Thus, our research showed that our system, based on physicians' empirical discretion, set different thresholds than the existing static alert methods.

## Discussion

### System evaluation

One advantage of our method is that the number of alerts distinctly decreased from that produced by traditional static alert methods because unlike these traditional methods, our thresholds have upper values (e.g., for drugs with high variance of dosage). Loxoprofen sodium and amlodipine are good examples. In the case of prednisolone and aspirin, the mean + 2 thresholds were lower than those described in the drug notes, which caused the increase in alerts. It is critical to warn physicians when they are about to prescribe drug dosages that they do not often prescribe, even if that dosage is within the normal range described in

a drug note. This is another advantage of our case-based method. It is one of our key future tasks to determine which threshold to use: mean + 2 or 95th percentile.

Another advantage of our method is that it can issue alerts differently for each clinical department. Prednisolone, whose dosage varies greatly among departments, is a good example. Applying a threshold across the board as traditional methods do results in the production of unnecessary alerts in certain departments. Our system, however, avoids this issue by issuing alerts based on department features, and on values such as disease, sex, and age, even for one drug. This ensures that alerts are appropriate for each patient's clinical conditions.

Although our system is in the prototype stage at present, we will start actual operation in 2007 and survey physicians' prescribing behavior and degree of satisfaction.

### Availability of case-based approach

#### *Master table maintenance is unnecessary*

The traditional method, which keeps static descriptions of dosage limit and contraindicated drugs in master tables, requires a huge amount of work to maintain these tables. Our system, however, requires less maintenance because information on dosage limit and contraindicated drugs is dynamically created using already stored data. In addition, our method keeps up with medical advances. When dose regimens change, our method automatically updates the alert thresholds and consequently can issue alerts based on the current prescription trends.

Table 1 - Results of Interim Evaluation

Drug	Total number of orders	Threshold from drug note	# of alerts	M + 2*	# of alerts	95th percentile*	# of alerts
Teprenone	3424	150 mg	14	202.3 mg	0	150 mg	14
Loxoprofen Sodium	2623	180 mg	27	244.8 mg	5	240 mg	5
Brotizolam	2666	0.25 mg	460	0.485 mg	447	0.5 mg	1
Famotidine	2238	40 mg	3	51.2 mg	3	40 mg	3
Prednisolone	2110	60 mg	32	41.9 mg	77	40 mg	77
Rebamipide	2094	300 mg	12	398 mg	12	300 mg	12
Amlodipine	1915	5 mg	392	10.2 mg	2	10 mg	2
Aspirin	1950	300 mg	0	125 mg	24	100 mg	24
Sennoside AB	1820	48 mg	26	47.2 mg	154	48 mg	26
Mecobalamin	1849	1500 µg	1	1815 µg	1	1500 µg	1

\* The system issues an alert when the dosage is greater than this value.

**Oriented to physicians' experiences**

Our system promises to clarify various dose regimens in a way that is consistent with physicians' empirical discretion. By using past records, our system can alert physicians to drug combinations not empirically prescribed, even if the drugs are not described in drug notes as being contraindicated. In addition, our system can present information about recommended concomitant drugs, similar to the way interns receive advice from supervisors.

**Possibility of graded alert**

Our method provides distributions of various parameters such as dosage and dose period. As a result, our system can present graded alerts, such as 1: attention, 2: warning, and 3: prohibited. Gradings of how extensively prescription data diverge from past records enable the physician to quickly decide whether he or she should heed the message.

**Limitations of our system**

One limitation of our system is that it does not function well with an insufficient amount of past data. For drugs on which a hospital has few or no past records, it is necessary to combine our method with other existing techniques. Small hospitals that do not have a sufficient number of past records must import prescription data from authorized large-scale hospitals. Using data from other hospitals is equivalent to asking "In your hospital, how is this drug commonly used?"

**Future direction**

The alert and recommendation function can also be applied to laboratory test and radiological records. We are now considering how to make the system available for other medical practices.

**Conclusions**

We developed a real-time case-based medication alert system that alerts physicians when a prescription deviates from similar commonly written prescriptions in a database of stored records. We set past records stored in HIS as the gold standard. An analysis of the 10 most frequently prescribed drugs at the UTH revealed that our system reduced the number of unnecessary alerts compared to the traditional static alert method. Our easy-to-maintain system creates alerts appropriate for patients' clinical conditions and alerts based on physicians' empirical discretion. In addition, it can provide more appropriate alerts than traditional methods, and as a result, will contribute to the prevention of errors in medical treatments.

**Acknowledgments**

This study was supported in part by a Grant-in-Aid to Young Scientists (B) 18790353 (2006) from the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology of Japan.

**References**

- [1] Kuperman GJ, and Gibson RF. Computer physician order entry: benefits, costs, and issues. *Ann Intern Med* 2003; 139(1): 31-9.
- [2] Rothschild J. Computerized physician order entry in the critical care and general inpatient setting: a narrative review. *J Crit Care* 2004; 19(4): 271-8.
- [3] Haruki Y, Ogushi Y, Okada Y, Kimura M, Kumamoto I, and Sekita Y. Status and perspective of hospital information systems in Japan. *Methods Inf Med* 1999; 38(3): 200-6
- [4] Ministry of Health, Labour and Welfare, Japan. Survey of medical institutions in 2005. Oct 1, 2005; Available from: [http://www.dobtk.mhlw.go.jp/toukei/data/160/2005/toukeihyou/0005605/t0123581/A0064\\_001.html](http://www.dobtk.mhlw.go.jp/toukei/data/160/2005/toukeihyou/0005605/t0123581/A0064_001.html). Accessed: Dec 4, 2006. (in Japanese)
- [5] Koppel R, Metlay JP, Cohen A, Abaluck B, Localio; AR, Kimmel SE, and Strom BL. Role of computerized physician order entry systems in facilitating medication errors. *JAMA* 2005; 293: 1197-203.
- [6] Judge J, Field TS, DeFlorio M, Laprino J, Auger J, Rochon P, Bates DW, and Gurwitz JH. Prescribers' responses to alerts during medication ordering in the long term care setting. *J Am Med Inform Assoc* 2006; 13(4): 385-90.
- [7] van der Sijs H Aarts J, Vulto A, and Berg M. Overriding of drug safety alerts in computerized physician order entry. *J Am Med Inform Assoc* 2006; 13(2): 138-47
- [8] Kaushal R, Shojania KG, Bates DW. Effects of computerized physician order entry and clinical decision support systems on medication safety. *Arch Intern Med* 2003; 163(12): 1409-16.
- [9] Glassman PA, Simon B, Belperio P, and Lanto A. Improving recognition of drug interactions: Benefits and barriers to using automated drug alerts. *Med Care* 2002; 40(12): 1161-71.
- [10] Peterson JF, and Bates DW. Preventable medication errors: identifying and eliminating serious drug interactions. *J Am Pharm Assoc* 2001; 41(2): 159-60.

**Address for correspondence**

Kengo Miyo, Ph.D., R.N., P.H.N.  
Hongo 7-3-1, Bunkyo-ku,  
Tokyo 113-8655, JAPAN;  
Email: miyo-sup@h.u-tokyo.ac.jp>

# 病院情報システムデータを利用した患者の状態の分類手法についての検討

篠原 信夫<sup>1)</sup> 松谷 司郎<sup>1)</sup> 小山 博史<sup>1)</sup> 大江 和彦<sup>2)</sup>

東京大学大学院医学系研究科クリニカルバイオインフォマティクス研究ユニット<sup>1)</sup>

東京大学大学院医学系研究科医療情報経済学分野<sup>2)</sup>

## Classifying Method of Patient's State Based on Hospital Information System Data

Shinohara Nobuo<sup>1)</sup> Matsuya Shiro<sup>1)</sup> Oyama Hiroshi<sup>1)</sup> Ohe Kazuhiko<sup>2)</sup>

Clinical Bioinformatics Research Unit, Graduate School of Medicine, the University of Tokyo<sup>1)</sup>

Department of Medical Informatics and Economics, Graduate School of Medicine, the University of Tokyo

2)

To have an overview of patient's conditions of the hospital, we need some method to summarize patient's conditions. The purpose of this study is to develop the method of case oriented trans-sectional study by using hospital information transaction data. We analyzed 60 patients with cerebral infarction by a clustering method. This study shows that CVA patient's daily condition is classified by six groups.

Keywords: Hospital Information System, Accounting System, Clustering

### 1. 背景

例えば、クリティカル・パスを作成するといったように、特定の患者群について何らかの検討を行う場合、病院が持つその患者群の情報について概観する手法が必要となる。本研究では、病院情報システムに蓄積されているデータを利用して、ある時点での患者の状態、およびその時間的な遷移を表現する手法の構築することを最終的な目的としている。その第一段階として、本研究では、まず病院情報システムデータとして医事会計データのみを対象とし、脳梗塞で入院した患者について、各患者の各入院日ごとの状態について分類することを試みた。

### 2. 目的

脳梗塞で入院した患者について、分析対象として各患者の各診療日を独立した点として定義し、その日に行われた医療行為などによって各点がどのように分類されるのか、クラスタ分析することを目的とした。

### 3. 方法

研究方法は、分析用データの作成、および、作成したデータについてクラスタ分析、の2つの段階に分けられる。

#### 3.1 分析用データの作成

表1に示すように、患者IDと入院経過日数に対して、各医療行為などについて回数にかかわらず行われていれば1(有)、行われていなければ0(無)が入れるようなデータを作成することにした。

表1 分析用データ

患者ID	入院経過 日数	医療行為の有無			
		点滴注射	経管栄養	胸部X-P	...
A001	1	1	0	0	...
A001	2	0	0	1	...
A001	3	0	0	1	...
A001	4	1	0	1	...

例えば表の1行目は、IDがA001の患者は、入院1日目に点滴注射が行われており、経管栄養と胸部X-Pが行われていない、といったことを示している。分析対象となる各点はこの表の各行に対応し、IDがA001の患者の入院1日目は、あるひとつのクラスタに分類されることになる。

#### 3.1.1 対象期間

2004年4月1日から2005年3月31日までの1年間を対象とした。

#### 3.1.2 対象患者

対象期間内に入退院が完了し、入院当日もしくは翌日に「脳梗塞」と完全に一致する病名が付けられた患者60人(入院時年齢平均68.2歳、標準偏差15.2歳、男性43人、女性17人)を対象とし、その入院について対象入院期間として分析することとした。入院期間は平均2561日(平均42.7日、標準偏差40.7日)であった。

#### 3.1.3 対象データ

対象期間の医事会計システムの稼働額データを対象とした。稼働額データは表2に示すように、1つのレコードに1つの表示名(医療行為など)が記録されている。稼働額データは診療報酬計算のためのデータであることから、この記録には「室料差額料」など、医療行為には直接関係がないと考えられるレコードも含まれる。対象患者の対象入院期間についての全レコード

を抽出したところ、1127項目の表示名について103450レコードが抽出された。

表2 稼働額データ

診療年月日	患者ID	入外区分	診療区分名	表示名
2006-8-1	A001	外来	単純	胸部X-P
2006-8-2	A001	入院	調剤料	調剤料(入院)
2006-8-2	A001	入院	内服	内服薬
2006-8-2	A001	入院	その他注射	中心静脈注射

続いて、稼働額データには「室料差額料」など医療行為には直接関係がないと考えられるレコードや、注射薬剤名や検体検査項目など患者数に対してばらつきが大きいと考えられたレコードを分析対象から外した。また、残ったレコードの中で、異なる表示名ではあるが同じ医療行為として考えることができるレコードの表示名が同じになるようにそろえた結果、対象データは147項目の表示名について8291レコードとなった。

更に、8291レコードの中で出現頻度が5回以下の医療行為について対象データから外した結果、最終的に対象データは57項目の表示名について8123レコードとなった。この対象データから表1に示すような分析用データを作成した。対象データが57項目、対象入院期間のべ2561日(であることから、分析用データは患者ID、入院経過日数、および57項目の表示名のあわせて59列、2561レコードから成り立つデータである。

### 3.2 クラスタ分析

クラスタ分析の手法には様々な手法があるが、階層的な手法の中で一般的に最初に適用される場合が多いと考えられるWard法を用いることにした<sup>1)</sup>。Ward法では点がベクトルで記述されている必要があるため、表1における1(有)、0(無)をそれぞれ数値として扱うことによって適用した。クラスタ分析にあたっては、全て0(無)であるレコードは分析の対象から外した。その結果、最終的な点の数は2324となった。また、分析の結果得た樹形図より、クラスタ数は6として結果を検討することにした。Ward法による分析にあたっては、SAS Institute Japan株式会社 JMPジャパン事業部のJMP(TM)を使用した。

### 4. 結果

6に分けられたクラスタはそれぞれクラスタ1~クラスタ6と呼ぶことにする。それぞれのクラスタに分類された点の数、57項目の表示名のうちそれぞれのクラスタにおいて一番出現頻度の高かったものとその各クラスタにおける出現割合(表示名に該当する医療行為が行われていた点の数を、各クラスタに分類された点の数で割った値)を表3に示す。また、入院経過日数と各クラスタに分類された点の数の関係を図1、(入院経過日数-1)/(入院日数-1)と各クラスタに分類された点の数の関係を図2に示す。図2では、(入院経過日数-1)/(入院日数-1)=0が入院日、(入院経過日数-1)/(入院日数-1)=1が退院日を表す。

表3 クラスタ分析の結果

クラスタ	分類された点の数	各クラスタにおける出現割合					
		点滴注射	経管栄養	皮下、筋肉内注射(入院)	胃液栄養	理学療法(1)(個別)	中心静脈注射
クラスタ1	826	0.873	0.215	0.172	0.007	0.318	0.005
クラスタ2	163	0.086	0.926	0.061	0.000	0.393	0.074
クラスタ3	286	0.091	0.003	0.941	0.000	0.430	0.000
クラスタ4	132	0.318	0.000	0.811	0.992	0.273	0.000
クラスタ5	678	0.109	0.038	0.029	0.000	0.723	0.000
クラスタ6	239	0.000	0.318	0.017	0.000	0.473	0.757

### 5. 考察

表3より、各クラスタにおいて特に出現頻度が高かった表示名は、他のクラスタにおけるその出現頻度と比較しても高いものが多く、各クラスタは何らかの特徴を持つように分類されたと考えられる。また、図1、図2より、クラスタ1とクラスタ6は入院前半から中盤にかけて良く見られ、クラスタ4とクラスタ5は中盤から後半にかけて良く見られることが分かる。特に入院経過日数が100日を超えてくるような点については、クラスタ5に分類される点が多い。また、入院日の点はほとんどがクラスタ1に分類されるのに対し、退院に近くなるに従ってクラスタ5に分類される点が多くなるものの、他のクラスタに分類される点も多く見られる。このことより、入院時の医療行為に定型的なものがあるように考えられるのに対し、様々な病態で退院して行くことが推察される。

クラスタ分析の手法については、必ずしもWard法が良いとは限らず、この結果から得られる知見に基づいて他の手法を検討すべきである<sup>[1]</sup>。特に、本研究ではWard法を適用するために、0(有)または1(無)というカテゴリカルな属性であった表示名を数値属性として扱う必要があった。一方、カテゴリカルな属性を扱うための手法としてROCK<sup>[2]</sup>やSTIRR<sup>[3]</sup>などが提案されている。今後、このような手法の適用を検討する必要がある。

### 6. 結論

脳梗塞で入院した患者の各入院経過日を点と定義し、医事会計システムの稼働額データにWard法を用いてクラスタ分析することにより、各患者の各入院経過日を6クラスタに分類することができた。各クラスタは何らかの特徴を持っていると考えられ、2つのクラスタは入院前半から中盤にかけて、別の2つのクラスタは入院中盤から後半にかけて良く見られた。今回の知見に基づいて今後他の手法を検討して行く必要がある。

### 参考文献

- [1] 神尾敏弘. データマイニング分野のクラスタリング手法(1). 人工知能学会誌 2003; 18(1): 59-65.
- [2] Guha, S., Rastogi, R., and Shim, K. ROCK: A Robust Clustering Algorithm for Categorical Attributes. Proc. of the 15th Int'l Conf. on Data Engineering 1999; 512-521.
- [3] Gibson, D., Kleinberg, J., and Raghavan, P. Clustering Categorical Data: An Approach Based on Dynamical Systems. Proc. of the 24th Very Large Database Conf.

P18-8 ポスターセッション/ポスターセッション:P18

1998; 311-322.

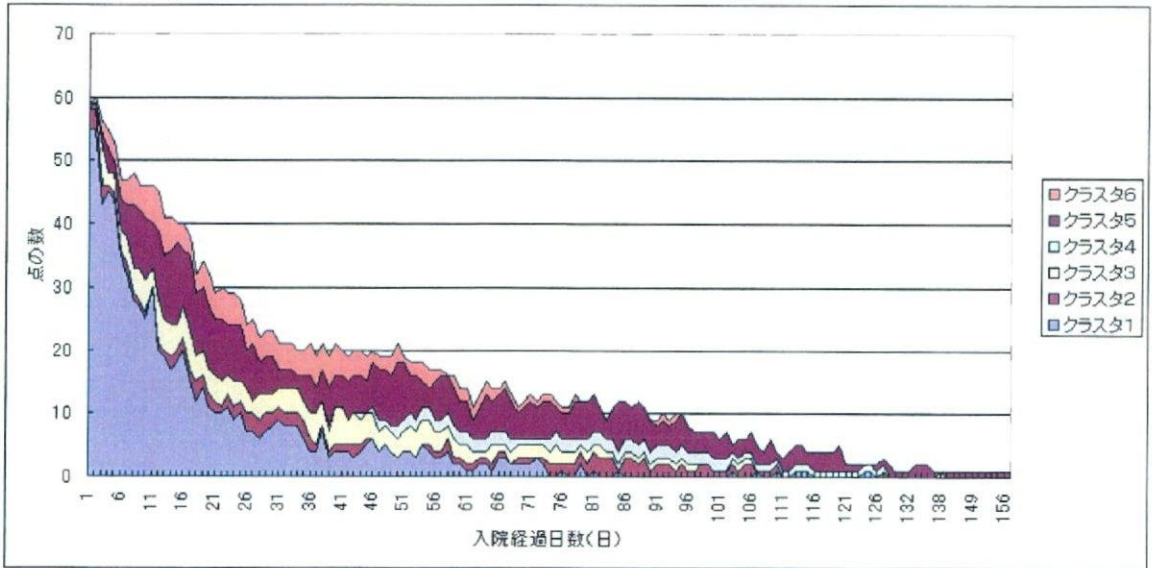


図1 入院経過日数と各クラスタに分類された点の数の関係

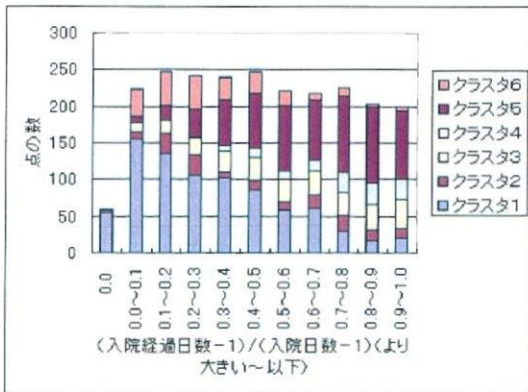


図2  $(\text{入院経過日数}-1)/(\text{入院日数}-1)$ と各クラスタに分類された点の数の関係



## 医療安全を目的とした輸液ポンプ動作監視システムの開発

田中 勝弥<sup>1)</sup> 耿 景海<sup>2)</sup> 松谷 司郎<sup>3)</sup> 大江 和彦<sup>1)</sup>

東京大学医学部附属病院企画情報運営部<sup>1)</sup> 東京大学大学院医学系研究科社会医学専攻<sup>2)</sup>  
東京大学大学院医学系研究科クリニカルバイオインフォマティクス研究ユニット<sup>3)</sup>

### Development of Infusion Pump Status Monitoring System for Improving Patient Safety

TANAKA KATSUYA<sup>1)</sup> Geng Jinghai<sup>2)</sup> Matsuya Shiro<sup>3)</sup> Ohe Kazuhiko<sup>1)</sup>

Department of Planning, Information and Management, The University of Tokyo Hospital<sup>1)</sup>

Division of Social Medicine, School of Medicine, The University of Tokyo<sup>2)</sup>

Department of Clinical Bioinformatics, Graduate School of Medicine, The University of Tokyo<sup>3)</sup>

Recently, the approach to safety management of medical treatment and prevention of medical accident came to be done actively. The main approach through preparation of manuals, which focuses on strengthening the confirmation procedure of medical staffs or the certainly execution, cannot completely prevent medical accidents caused by artificial mistakes. For instance, the mistake of setting flowing quantity or amount of the schedule, and furthermore, the misidentification of patients are happening in the operation of infusion pumps. In the prevention of such malpractice according to the mis-operation of equipments or misidentification, it is possible to play a major role to ensure patient safety by developing and introducing a mechanical automatic monitoring system. This paper describes the construction of a infusion pump monitoring system to achieve real-time recognition of such mis-operations or misidentifications.

Keywords: Patient Safety, Monitoring System, Infusion Pump

#### 1. はじめに

近年、医療の安全確保や医療事故の未然防止への取り組みが盛んに行なわれるようになった。主な取り組みとしては、医療従事者への確認手順の強化や実施段階での确实さに注視したマニュアル作成などが多いが、人為的なミス完全に防止できてはいない。

例えば、輸液ポンプの操作においては、流量や予定量の設定ミスをしたり、さらには対象患者を間違えたりといったことが起こりうる。こうした誤認識や機器の誤操作に伴う医療事故の防止においては、機械的な自動監視装置を開発・導入する事により、安全性の確保に対して大きな役割を果たすことが出来るものと考ええる。

#### 2. 目的

本研究では、まず第一に輸液ポンプの動作を監視することが出来る機能の構築を目的とする。最終的には、本研究で開発する装置による実施時の輸液ポンプの動作情報と、病院情報システムにおける注射指示情報を照合し、設定ミスや誤認識などの人為的なミスを監視するシステムの構築を目指す。

本稿では、その第一段階となる輸液ポンプの動作状態を無線LANを介して取得可能な機器の開発について述べる。本院で使用されている輸液ポンプはテルモ社製のTE-161Sという機器であり、RS-232Cを用いた外部通信用の端子を備えている。この通信端子を介して機器の設定情報や稼働状態を取得することが可能であるが、移動可能な点滴スタンドに固定して使用されるため、患者に輸液を投与した状態での観測が困難である。そこで、動作中あるいは移動する輸液ポンプから取得される情報を監視可能なように、無線LANへ変換して送信可能な通信デバイスを装備させる。必要な機能としては以下を考慮した。

- 1) 自律的に輸液ポンプの動作状態を取得・保持可能なこと

- 2) 無線LANの通信が途切れた際にも、通信の再開後に最新の動作状態が取得可能であること
- 3) 上位監視装置から輸液ポンプの動作状態の通知を随時要求できること
- 4) 可動式の点滴スタンドに装備して一定時間動作可能であること

将来的には装備される無線LANインターフェイスを介して、観測される電波強度などから点滴スタンドおよび患者の位置を補足することも可能となる。

#### 3. 方法

輸液ポンプの外部通信端子を用い、ポンプの動作状況をリアルタイムに取得する。具体的には、流量・予定量・積算量・動作状態および警報状態などが取得可能である。本研究で開発した通信装置は、輸液ポンプの設定情報や稼働状況を秒単位で定期的に取得可能である。また充電式バッテリーを装備しており、移動式スタンドに装備した場合には約3時間の稼働が可能な仕様とした。

本装置の構成の概要を図1に示す。大きくは、輸液ポンプとRS-232Cによる入出力をTCP/IPのデータに変換するための小型Linux Box(Atmark Techno社製: Armadillo-210)と、これを無線LANインターフェイスに変換するモジュール(CONTEC社製: FX-DS540-STB-M)、およびこれらを駆動するためのバッテリー(ENAX社製: PowerBattely Half)からなる。

2-H-1-4 一般口演/一般口演:2-H-1

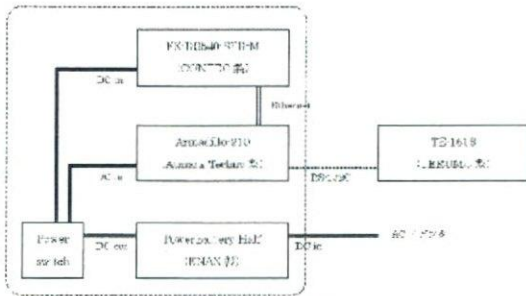


図1 装置の構成

無線LANインターフェイスを介した上位監視装置との通信はUDP/IPを用いて行い、あらかじめ指定したサーバにデータを定期的に送信する機能を備えるとともに、任意のタイミングで上位監視装置から本装置に対してのデータ要求やヘルスチェック要求(装置の正常動作確認)を行うことも可能とした。定期的にRS-232Cを介して輸液ポンプに動作状態の通知を要求し、ポンプからの応答を受信するという動作を繰り返す。受信処理においてエラーがある設定回数以上連続して発生した場合にはこれを保持し、上位装置に送ることが可能である。

上位装置との通信フローを含めた本装置における処理フローの概要を図2に示す。装置内部には上述の輸

液ポンプとの通信を行うプロセスと、上位装置とのUDP/IPを介した通信を行うプロセスが動作する。動作状態は、共有メモリ上に保持され、ポンプとの通信プロセスからは更新可能であるが、上位装置との通信プロセスからは参照のみの動作とする。共有メモリに保持された動作状態やエラー状態などの情報は、常時稼働する輸液ポンプとの通信を行うプロセスによって常に最新の状態に更新され、上位監視装置との通信プロセスは、装置自身の動作状態および外部からの送信要求によって常に最新の情報を外部に伝達することが可能である。

4. おわりに

本装置は、輸液ポンプの動作状態をリアルタイムに自動監視する機能に着目しその設計を行った。これまでに本装置の試作および動作確認が完了している。

複数の輸液ポンプが稼働する実験的な環境を用意し、上位監視機能の構築を行なうとともに、病院情報システムのオーダ情報と連携し整合性をチェックする機能についても検討を進め、輸液ポンプの操作ミスや患者の取り違えによって起こる事故を即座に検知する機能の構築を行う。

参考文献

- [1] 医療安全対策マニュアル総合リンク.<http://www.med.or.jp/anzen/index/manual.html>.
- [2] 輸液ポンプ等使用の手引き.<http://www.med.or.jp/anzen/index/committee/pump.html>.

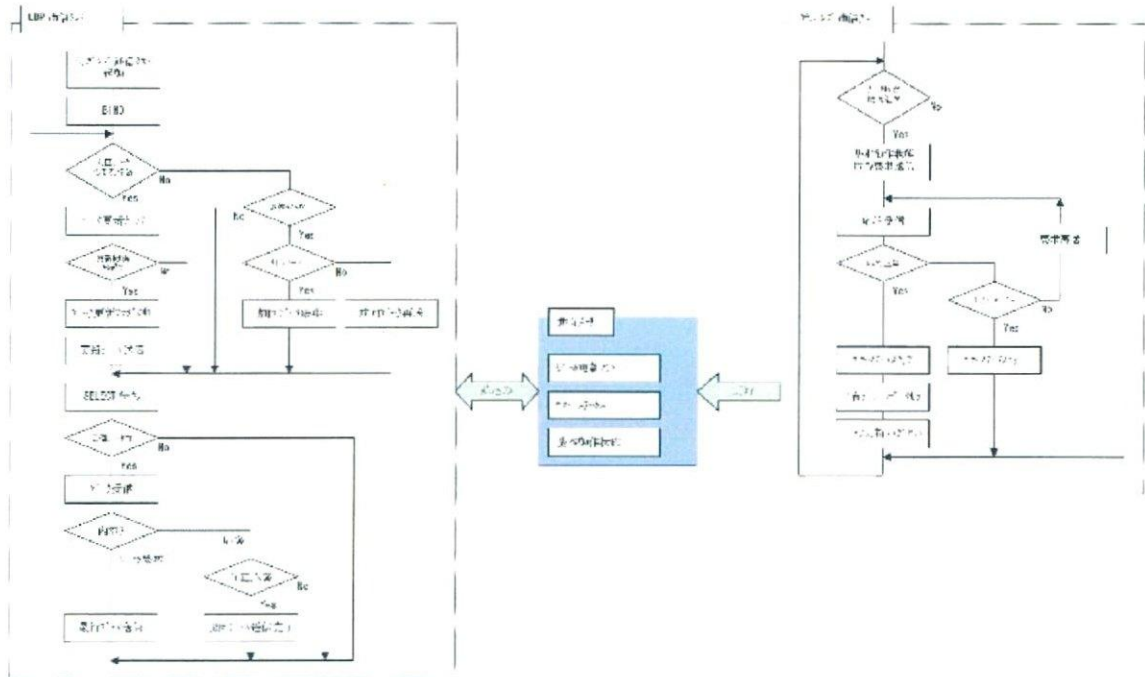


図2 本装置の概略フロー