

修士課程 社会情報学専攻入学者選抜試験問題
(情報学基礎)

Entrance Examination for Master's Program
(Fundamentals of Informatics)
Department of Social Informatics

平成 31 年 2 月 6 日 10:00~12:00

February 6, 2019 10:00 - 12:00

【注意】

- ・ 試験開始の合図があるまで中を見てはいけない。
- ・ 問題用紙は表紙を含めて 9 枚である。試験開始後、枚数を確認し、落丁または印刷の不鮮明なものがあれば直ちに申し出ること。
- ・ 問題は 5 題である。このうち 3 題を選択し、解答しなさい。
- ・ 解答用紙の表紙に記載されている注意事項についても留意すること。
- ・ 問題 1 題につき、解答用紙 1 枚を使用すること。解答用紙は裏面を使用しても構わないが、使用する場合は裏面に継続することを明記すること。

NOTES

- ・ Do not open the pages before the announcement of the examination's start.
- ・ This is the Question Booklet of 9 pages including this front cover.
After the call of starting, check all pages are in order and notify proctors immediately if missing pages or unclear printings are found.
- ・ There are 5 questions. Choose and answer 3 questions in total.
- ・ Read carefully the notes on the front cover of the Answer Sheets, too.
- ・ Use one sheet for each question. If necessary, the reverse side may be used, stating "See verso" at the end of the page.

アドレス(Address)		内容(Contents)
A4		20
A5		00
A6		21
A7		03
A8		22
A9		01
AA		B1
AB		B0
AC		50
AD		02
AE		B0
AF		AA
B0		C0
B1		00

Register 0 00
 1 03
 2 01

R 0 1 2 3
 00 01
 00 01

00
 2000
 2103
 B1B0

付録 A

【マシンアーキテクチャ】

マシンは、0 から F (16 進数) まで番号の振られた 16 個の汎用レジスタをもっている。それぞれのレジスタは、長さ 1 バイト (8 ビット) である。命令中でレジスタを識別するために、各レジスタにレジスタ番号を表す一意な 4 ビットのパターンを割り当てる。つまりレジスタ 0 は 0000 (16 進数の 0) であり、レジスタ 4 は 0100 (16 進数の 4) として識別される。

マシンのメインメモリは 256 個のセルからなる。各セルには、0 から 255 の範囲の整数の一意なアドレスは割り当てられている。したがってアドレスは、00000000 から 11111111 (あるいは 16 進数の 00 から FF) までの 8 ビットのパターンで表すことができる。

【マシンの言語】

各マシン語命令は 2 バイト長とする。前半の 4 ビットはオペコードである。後半の 12 ビットはオペランドフィールドを形成する。以下の表に、それぞれの命令の 16 進表記と短い説明を記載する。文字 R、S、T は 16 進数によるレジスタ番号を表し、それぞれの用途は命令によって異なる。文字 X と Y は、レジスタではない変数フィールドを示すのに使用される。

オペ コード	オペ ランド	説明
1	RXY	LOAD : アドレス XY のメモリセルにあるビットパターンをレジスタ R にロードする。 例 : 14A3 は、アドレス A3 のメモリセルの内容をレジスタ 4 に置く。
2	RXY	LOAD : ビットパターン XY をレジスタ R にロードする。 例 : 20A3 は、値 A3 をレジスタ 0 に置く。
3	RXY	STORE : レジスタ R にあるビットパターンをアドレスが XY のメモリセルに格納する。 例 : 35B1 は、レジスタ 5 の内容をアドレス B1 であるメモリセルに置く。
4	ORS	MOVE : レジスタ R にあるビットパターンをレジスタ S に転送する。 例 : 40A4 は、レジスタ A の内容をレジスタ 4 に複写する。
5	RST	ADD : レジスタ S と T にあるビットパターンを <u>2 の補数表現数</u> として加算し、結果をレジスタ R に残す。 例 : 5726 は、レジスタ 2 と 6 の 2 進数の値を加えて、合計をレジスタ 7 に置く。
6	RST	ADD : レジスタ S と T にあるビットパターンを浮動小数点数として加算し、結果をレジスタ R に残す。 例 : 634E は、レジスタ 4 と E の浮動小数点数の値を加えて、結果をレジスタ 3 に置く。
7	RST	OR : レジスタ S と T にあるビットパターンの論理和を取り、結果をレジスタ R に置く。 例 : 7CB4 は、レジスタ B と 4 の内容の論理和をレジスタ C に置く。
8	RST	AND : レジスタ S と T にあるビットパターンの論理積を取り、結果をレジスタ R に置く。 例 : 8045 は、レジスタ 4 と 5 の内容の論理積をレジスタ 0 に置く。
9	RST	EXCLUSIVE OR : レジスタ S と T にあるビットパターンの排他的論理和を取り、結果をレジスタ R に置く。 例 : 95F3 は、レジスタ F と 3 の内容の排他的論理和をレジスタ 5 に置く。
A	ROX	ROTATE : レジスタ R のビットパターンの 1 ビット巡回を右に X 回行う。そのつど最右端ビットを最左端に移動する。 例 : A403 は、レジスタ 4 の内容を 3 ビット右に循環シフトする。
B	<u>RXY</u>	<u>JUMP</u> : レジスタ R のビットパターンが <u>レジスタ 0</u> のビットパターンと等しければ、アドレス XY のメモリセルに位置する命令へジャンプする。そうでなければ、通常の実行を続行する（ジャンプは、実行フェーズでプログラムカウンタに XY を複写することで実装される）。 例 : B43C は、最初にレジスタ 4 の内容とレジスタ 0 の内容と比較する。2 つが等しければ、ビットパターン 3C がプログラムカウンタに置かれるので、そのメモリアドレスに位置する命令が次に実行される。そうでなければ何もしないので、プログラム実行は通常通り続けられる。
C	000	HALT : 実行を停止する。 例 : C000 は、プログラム実行を終了する。

Appendix A

The Machine's Architecture

The machine has 16 general-purpose registers numbered 0 through F (in hexadecimal). Each register is one byte (eight bits) long. For identifying registers within instructions, each register is assigned the unique four-bit pattern that represents its register number. Thus register 0 is identified by 0000 (hexadecimal 0), and register 4 is identified by 0100 (hexadecimal 4).

There are 256 cells in the machine's main memory. Each cell is assigned a unique address consisting of an integer in the range of 0 to 255. An address can therefore be represented by a pattern of eight bits ranging from 00000000 to 11111111 (or a hexadecimal value in the range of 00 to FF).

The Machine's Language

Each machine instruction is two bytes long. The first 4 bits provide the op-code; the last 12 bits make up the operand field. The table that follows lists the instructions in hexadecimal notation together with a short description of each. The letters R, S, and T are used in place of hexadecimal digits in those fields representing a register identifier that varies depending on the particular application of the instruction. The letters X and Y are used in lieu of hexadecimal digits in variable fields not representing a register.

Op-code	Operand	Description
1	RXY	LOAD the register R with the bit pattern found in the memory cell whose address is XY. <i>Example:</i> 14A3 would cause the contents of the memory cell located at address A3 to be placed in register 4.
2	RXY	LOAD the register R with the bit pattern XY. <i>Example:</i> 20A3 would cause the value A3 to be placed in register 0.
3	RXY	STORE the bit pattern found in register R in the memory cell whose address is XY. <i>Example:</i> 35B1 would cause the contents of register 5 to be placed in the memory cell whose address is B1.
4	0RS	MOVE the bit pattern found in register R to register S. <i>Example:</i> 40A4 would cause the contents of register A to be copied into register 4.
5	RST	ADD the bit patterns in registers S and T as though they were two's complement representations and leave the result in register R. <i>Example:</i> 5726 would cause the binary values in registers 2 and 6 to be added and the sum placed in register 7.
6	RST	ADD the bit patterns in registers S and T as though they represented values in floating-point notation and leave the floating-point result in register R. <i>Example:</i> 634E would cause the values in registers 4 and E to be added as <u>floating-point</u> values and the result to be placed in register 3.
7	RST	OR the bit patterns in registers S and T and place the <u>result</u> in register R. <i>Example:</i> 7CB4 would cause the result of ORing the contents of registers B and 4 to be placed in register C.
8	RST	AND the bit patterns in registers S and T and place the result in register R. <i>Example:</i> 8045 would cause the result of ANDing the contents of registers 4 and 5 to be placed in register 0.
9	RST	EXCLUSIVE OR the bit patterns in registers S and T and place the result in register R. <i>Example:</i> 95F3 would cause the result of EXCLUSIVE ORing the contents of registers F and 3 to be placed in register 5.
A	R0X	ROTATE the bit pattern in register R one bit to the right X times. Each time place the bit that started at the low-order end at the high-order end. <i>Example:</i> A403 would cause the contents of register 4 to be rotated 3 bits to the right in a circular fashion.
B	RXY	JUMP to the instruction located in the memory cell at address XY if the bit pattern in register R is equal to the bit pattern in register number 0. Otherwise, continue with the normal sequence of execution. (The jump is implemented by copying XY into the program counter during the execute phase.) <i>Example:</i> B43C would first compare the contents of register 4 with the contents of register 0. If the two were equal, the pattern 3C would be placed in the program counter so that the next instruction executed would be the one located at that memory address. Otherwise, nothing would be done and program execution would continue in its normal sequence.
C	000	HALT execution. <i>Example:</i> C000 would cause program execution to stop.

Answer the following questions on data structures.

- (1) Briefly explain what a queue is. Also, give an example of data that is suitable to be stored in a queue, and explain why it is suitable.
- (2) Answer the following questions (a), (b), and (c) regarding the binary tree shown in Figure 1.

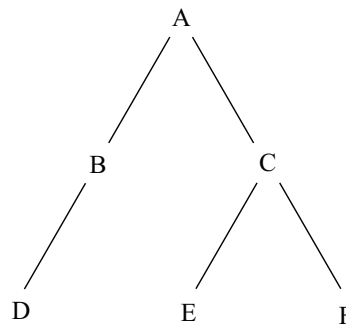


Figure 1: Binary tree

- Draw a diagram representing how the tree is stored in memory when using pointers.
- Draw a diagram representing how the tree is stored in memory when using contiguous storage without using a pointer.
- Discuss the advantages and disadvantages of the two storage methods explained in (a) and (b).

問題番号 (Number) 5

計算の理論に関する以下の問いに答えよ.

- (1) 「関数が計算可能である」とはどのようなことか説明せよ.
- (2) 停止問題の解決不能性を証明せよ.

Answer the following questions on the theory of computation.

- (1) Explain the meaning of “a function is computable”.
- (2) Prove the unsolvability of the halting problem.

修士課程 社会情報学専攻入学者選抜試験問題
(専門科目)

Entrance Examination for Master's Program
(Specialized Subjects)
Department of Social Informatics

平成 31 年 2 月 6 日 13:00~16:00
February 6, 2019 13:00 - 16:00

【注意】

- ・ 試験開始の合図があるまで中を見てはいけない。
- ・ 問題用紙は表紙を含めて 14 枚である。試験開始後、枚数を確認し、落丁または印刷の不鮮明なものがあれば直ちに申し出ること。
- ・ 問題は 9 題である。このうち第一位の志望区分が指定する条件を満足する 3 題を選択し、解答しなさい。志望区分ごとの指定条件を次ページに示した。
- ・ 解答用紙の表紙に記載されている注意事項についても留意すること。
- ・ 問題 1 題につき、解答用紙 1 枚を使用すること。解答用紙は裏面を使用しても構わないが、使用する場合は裏面に継続することを明記すること。

NOTES

- ・ Do not open the pages before the announcement of the examination's start.
- ・ This is the Question Booklet consisting of 14 pages including this front cover. After the call to start, check that all pages are in order and notify proctors immediately if missing pages or unclear printings are found.
- ・ There are 9 questions. Choose and answer 3 questions in total. The questions you must choose are assigned by your first-choice application group. The list of conditions is given on the next page.
- ・ Read carefully the notes on the front cover of the Answer Sheets, too.
- ・ Use one sheet for each question. If necessary, the reverse side may be used, stating "See verso" at the end of the front page.

第 1 志望区分の問題選択条件

第 1 志望区分	選択条件
社-1a、社-1b、社-2、社-3、社-5b、社-6、社-14	T1～T6 から 3 題
社-10、社-11、社-12	D1～D3 から 3 題

Questions to be chosen depending on first-choice applicant group

First-choice Applicant group	Condition of question choosing
SI-1a, SI-1b, SI-2, SI-3, SI-5b, SI-6, SI-14	Select three among T1～T6
SI-10, SI-11, SI-12	Select three among D1～D3

問題番号 (Number): T-1

1. 関係スキーマ $R(A, B, C, D, E)$ 上に次の三つの関数従属性が成立するとする.

$FD_1: AC \rightarrow D$

$FD_2: A \rightarrow B$

$FD_3: D \rightarrow E$

この関係スキーマから出発し、次のそれぞれの順序で関数従属性を用いて情報無損失分解を行なう設計過程を説明せよ.

順序 1: FD_2, FD_3, FD_1

順序 2: FD_3, FD_1, FD_2

順序 3: FD_1, FD_2, FD_3

途中結果及び最終結果の関係スキーマの必要情報はすべて記述すること. また, 得られたデータベーススキーマを比較し, 適切な関係データベーススキーマを得るためには一般にどのような順序で関数従属性を適用すべきか説明せよ.

2. データベースのファイル編成法について次の問いに答えよ.

(a) B+ 木とハッシュファイルについて説明せよ.

(b) 一つのレコードを挿入すると根ノードから葉ノードまでの距離が 1 から 2 に変化する B+ の例を考え, 挿入前の B+ 木から挿入後の B+ 木を得る過程を説明せよ.

(c) 関係スキーマ $R(E, F, G)$ 上の次のような二種類の問合せが頻繁に発行される場合, 問合せ処理の高速化のためにはどのような索引を設けると良いか説明せよ. ただし, ここで c_1, c_2, c_3 は定数であり, 一般には問合せ発行のたびに異なる値となる.

$SELECT E FROM R WHERE F = c_1$

$SELECT E FROM R WHERE G > c_2 AND G < c_3$

3. データベースのトランザクション管理に関する以下の設問に答えよ.

(a) 直列化可能性を満たさないスケジュールの問題点を一つの例を用いて説明せよ.

(b) 回復可能ではないスケジュールの問題点を一つの例を用いて説明せよ.

1. Consider the following three functional dependencies which hold on the relational schema $R(A, B, C, D, E)$.

FD₁: $AC \rightarrow D$

FD₂: $A \rightarrow B$

FD₃: $D \rightarrow E$

Explain the schema design process of the decomposition method starting from this relational schema and using each of the following order of functional dependencies for information lossless decomposition.

Order1: FD₂, FD₃, FD₁

Order2: FD₃, FD₁, FD₂

Order3: FD₁, FD₂, FD₃

Describe all the necessary information to describe the intermediate and final relational schemas. By comparing the obtained database schemas, explain in which order, in general, functional dependencies should be applied to obtain appropriate relational database schemas.

2. Answer the following questions on database file organizations.
 - (a) Explain the terms B+ tree and hash file.
 - (b) Consider a B+ tree in which distances from the root node to leaf nodes change from 1 to 2 if a record is inserted. Explain the process to obtain the B+ tree after the insertion from the B+ tree before the insertion.
 - (c) Assume that the following two kinds of queries on the relational schema $R(E, F, G)$ are frequently issued. Explain which indexes should be created to accelerate query processing. Here, c_1 , c_2 and c_3 are constant values which, in general, could be different each time a query is issued.
SELECT E FROM R WHERE $F = c_1$
SELECT E FROM R WHERE $G > c_2$ AND $G < c_3$
3. Answer the following questions on database transaction management.
 - (a) Using an example, explain problems of schedules that do not satisfy serializability.
 - (b) Using an example, explain problems of schedules that are not recoverable.

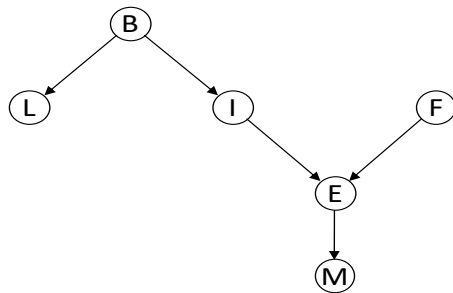
問題番号 (Number): T-2

AI

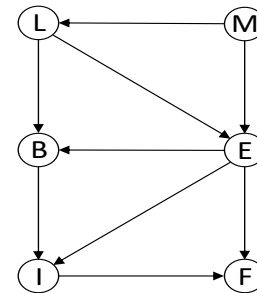
- 1) 「制約充足問題」とは何か、説明せよ。
- 2) バックトラッキングによる制約充足問題の解法を説明せよ。地図の塗分けやエイトクイーンなど、制約充足問題の例を1つ挙げ、その例を用いて説明すること。
- 3) 「制約伝搬」と「最小制約値」がどのようにバックトラッキングを改善しうるのか説明せよ。具体的な例を作成し、それを用いて説明せよ。
- 4) 局所探索により制約充足問題を解く方法を説明せよ。
- 5) 制約充足問題に対して、バックトラッキングと局所探索の優劣を議論せよ。

- 1) Explain what "Constraint Satisfaction Problems (CSPs)" are.
- 2) Explain how backtracking search would solve CSPs. Use one example of CSPs, such as map coloring or eight-queens, for the explanation.
- 3) Explain how "constraint propagation" and "least constraining value" could improve backtracking search. Make your own example, and use it for the explanation.
- 4) Explain how local search would be used to solve CSPs.
- 5) Discuss relative merits and demerits of backtracking search and local search for CSPs.

Consider representing a car's electrical system as a Bayesian network. To start the engine, it is necessary for the ignition plug to spark when the fuel remains in the combustion chamber. For the ignition plug to spark, it is required that the battery is charged. Also, the light turns on if the battery is charged. If the engine starts, the car moves. This situation is represented by the following six Boolean variables, E (engine starts), F (fuel remains), I (ignition plug sparks), B (battery is charged), L (light turns on), and M (car moves).



(a)



(b)

- (1) Assume that a Bayesian network representing the above car's electrical system is given as Figure (a). Also, assume that a probability table (conditional probability table) associated with each node is given. For example, $P(L|B)$, $P(I|B)$ are given for node L. By using such probabilities, calculate expressions for the following probabilities. Here, \neg represents negation.
 - i. $P(\neg E \wedge F \wedge I \wedge \neg B \wedge L \wedge M)$
 - ii. $P(\neg E \wedge F \wedge I \wedge L \wedge M)$
 - iii. $P(\neg B | \neg E \wedge F \wedge I \wedge L \wedge M)$
- (2) Answer the following three questions.
 - i. Answer how many values are required to represent the full joint probability distribution for this problem, if no conditional independence relations are known to hold among the six Boolean variables.
 - ii. Answer how many values are required to represent the full joint probability distribution for this problem, if the network shown in Figure (a) is given.
 - iii. Based on the answers for questions (i) and (ii), discuss the merit of Bayesian networks and what situation the representation of Bayesian networks is effective.
- (3) Consider the network shown in figure (b). Explain whether the network is correct representation of the car's electrical system. If it is not correct, explain what part is wrong. Note that the probability table (conditional probability table) associated with each node is omitted.
- (4) Suppose that the two networks shown in figures (a) and (b) are given. (If the original (b) is not correct, consider the revised one.) Explain which is a desirable network and its reason. Also, explain a general rule for constructing a desirable network structure.
- (5) Bayesian networks can be viewed as means to connect a human's domain knowledge with massive data. Discuss this view.

$P(L|B)$

full

アルゴリズム D は文字 H または T からなる q 文字の文字列を入力とし、 H の文字数 m を数え、 $m \geq 0.55 \cdot q$ ならば 1 を、そうでなければ 0 を出力するものとする。不等式 (1) を用いて、 D が

$$\varepsilon = 1 - \exp(-2 \cdot (0.05)^2 \cdot q)$$

なる ε に対する (q, ε) -識別機であることを示せ。

5. 確率 $p \neq 1/2$ で表が出る偏りのあるコインと偏りのないコインを十分な信頼性で識別するには試行回数 q が

$$q = \Omega\left(\frac{1}{|p - 1/2|^2}\right)$$

となることが知られている。前の問 4 における識別機の性質をこの事実
に照らして論ぜよ。たとえば、 (q, ε) -識別機は $\varepsilon \geq 1 - 1/e$ の時に十分信
頼できると考えてよい。

C_b

Suppose now that we are given a q -sequence of flips either from the coin C_0 or the coin C_1 (but we do not know which). We are going to examine some properties of algorithms that try to guess with good probability which of the two coins the q -sequence comes from. Such algorithms are called *distinguishers* between the two coins, and are the focus of this problem. More precisely, an algorithm D will be called a (q, ϵ) -*distinguisher* if and only if it satisfies the following properties:

- (i) D is a possibly probabilistic algorithm, which takes as input a string of letters H or T of length q , and returns a value $b' \in \{0, 1\}$;
- (ii) if we pick a $b \in \{0, 1\}$ at random (with equal probability $1/2$ for 0 and 1) and draw a q -sequence s of flips from the coin C_b , then the probability that $D(s) = b$ is greater or equal to ε .

31 → 01

1. Construct a $(1, 0.55)$ -distinguisher, i.e., an algorithm which takes as input the result of a single coin flip from the coin C_b (b uniformly random in $\{0, 1\}$), and returns a value b' which coincides with b at least 55% of the time. Prove that your proposed algorithm works as expected.
2. Can there exist a $(1, \varepsilon)$ -distinguisher for $\varepsilon > 0.55$? Justify your answer. You can use the fact that a probabilistic algorithm D that takes either H or T as input, and outputs 0 or 1, is entirely determined by the probabilities $p_H = \Pr[D(H) = 1]$ and $p_T = \Pr[D(T) = 1]$.
3. Show that no algorithm can be a $(q, 1)$ -distinguisher.
4. Consider a coin which results in heads with probability p and tails with probability $1 - p$. A result from probability theory says that if we flip that coin q times and count the number m of heads, then, for any $\delta > 0$:

11 / 14

Now we define an algorithm D as follows. D takes as input a string of letters H or T of length q , and counts the number m of letters H . If $m \geq 0.55 \cdot q$, it returns 1; otherwise it returns 0. Use the inequalities (1) to prove that D is a (q, ε) -distinguisher with:

$$\varepsilon = 1 - \exp(-2 \cdot (0.05)^2 \cdot q).$$

5. It is known that, in order to reliably distinguish a biased coin which results in heads with probability $p \neq 1/2$ from an unbiased coin, one needs on the order of q coin flips where:

$$q = \Omega\left(\frac{1}{|p - 1/2|^2}\right).$$

Discuss properties of the distinguisher in question 4 in view of that result. To fix ideas, you can assume for example that a (q, ε) -distinguisher is reliable when $\varepsilon \geq 1 - 1/e$.

問題番号 (Number): T-6

インタフェースの設計と利用について以下の問いに答えよ。

- (1) ドナルド・ノーマン(Donald Norman) が 1988 年に提案した、インタフェースのデザイン原理(Norman's design principles)の 6 項目を全てあげ、各項目を 300 文字以内で述べよ。
- (2) インタフェースの評価のためのデータ収集の手法を 6 つあげよ。また、手法ごとに、それぞれの長所と短所を合わせて 300 文字以内で述べよ。
- (3) Web や email などを使ったオンライン・アンケート調査の長所と短所を、それぞれ 300 文字以内で述べよ。

Answer the following questions about user interfaces.

- (1) Describe each of Donald Norman's 6 principles proposed in 1988 for designing interfaces, with less than 100 words each.
- (2) List six methods of data collection for evaluating interfaces and describe with less than 100 words the advantages and disadvantages of each method.
- (3) Describe the advantages and disadvantages with less than 100 words each of online questionnaires (surveys) using Web, email, etc.

問題番号 (Number): D-1

以下の問いに答えよ。

Answer the following questions.

(1)ハザード (hazard), エクスポージャー (exposure), 及びヴァルナラビリティ (vulnerability) とはなにかを説明し、(2)都市水害のリスクを分析する主な手順や方法をこれらの要素と対応づけて説明せよ。

Explain (1) the meanings of “hazard”, “exposure” and “vulnerability”, and (2) the major methods and procedure to analyze urban flood risk corresponding to these three factors.

問題番号 (Number): D-2

行政は、実際にはどのような災害シナリオが生じるか分からないという不確実性が存在する中で、防災対策を実施していかなければならない。災害シナリオの不確実性が存在する中で、行政がどのように意思決定を行っていくべきか、具体例に基づき論じなさい。

The government has to undertake measures to reduce the impact of disaster events given that the actual disaster scenario cannot be foreseen beforehand. Discuss by giving a concrete example how the government should make decisions on measures against disaster events under the uncertainty of disaster scenarios.

問題番号 (Number): D-3

巨大災害発生時には、緊急支援物資ロジスティクスは災害救援におけるもっとも重要な業務の1つである。緊急支援物資ロジスティクスの課題について「情報」の観点から具体例に基づき議論しなさい。

When a mega disaster happens, humanitarian logistics is one of the most important relief operations. Discuss issues of humanitarian logistics from the viewpoint of “information” with a concrete example.