

平成 29 年度 10 月期入学 / 平成 30 年度 4 月期入学
京都大学 大学院情報学研究科
修士課程 知能情報学専攻 入学者選抜試験問題
(分野基礎問題)

平成 29 年 8 月 7 日 13:00～14:30

【注意】

1. 問題冊子はこの表紙を含めて 18 枚ある。
2. 試験開始の合図があるまで中を見てはいけない。
3. 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。
4. 問題は次ページの志望区分ごとに出题されており、日本語と英語の両方で出题されている。必ず第一志望区分の問題について解答すること。もし自分の志望区分の問題が見つからない場合は直ちに申し出ること。
5. 特に指定のない限り、日本語または英語で解答すること。
6. 解答用紙に記載されている注意事項についても留意すること。

*The Japanese version of this document is the prevailing and authoritative version;
the English translation below is provided for reference only*

October 2017 Admissions / April 2018 Admissions
Entrance Examination for Master's Program
Department of Intelligence Science and Technology
Graduate School of Informatics, Kyoto University
(Area-specific Basic Questions)

August 7, 2017
13:00 - 14:30

NOTES

1. This is the Question Booklet in 18 pages including this front cover.
2. Do not open the booklet until you are instructed to start.
3. After the exam has started, check the number of pages and notify proctors (professors) immediately if you find missing pages or unclear printings.
4. Questions are written in Japanese and English. The questions are classified as listed next page. **Make sure to answer the question in the application group which is your first-choice.** Notify proctors (professors) immediately if the question of your application group is not found.
5. Write your answer in Japanese or English, unless otherwise specified.
6. Read carefully the notes on the Answer Sheets as well.

志望区分：研究分野

知－1:脳情報学、ブレイン・デコーディング、ブレイン・マシン・インターフェース、脳イメージング、計算論的神経科学、視覚科学

知－2:心理情報学、高次脳機能、認知神経心理、認知的インタフェース、ニューロマーケティング、認知科学

知－3:認知コミュニケーション、認知神経ダイナミクス、コミュニケーション神経情報学、多感覚情報統合、脳機能計測

知－4:計算論的認知神経科学、計算脳科学、意思決定と強化学習、社会知性の脳計算、脳型知能と機械学習、ヒト fMRI 実験と理論

知－5:知能計算、知識発見、計算論的学習、機械学習のための最適化

知－6:集合知システム、機械学習、データマイニング、ヒューマンコンピュータシジョン

知－7:会話情報学、人工知能、インタラクション、視覚計算、認知的デザイン

知－8:言語メディア、言語情報処理、言語解析、言語生成、機械翻訳、情報検索

知－9:音声メディア、音声認識・理解、音楽情報処理、会話ロボット、統計的信号処理・パターン認識

知－10:画像メディア、視覚情報処理、コンピュータ・ビジョン、マルチモーダル・インタラクション

知－11:映像メディア、大規模映像データ処理、人物行動理解、実世界環境計測・認識

知－12:ネットワークメディア、インターネット、情報セキュリティ、アルゴリズム、計算複雑性

知－13:メディアアーカイブ、言語理解、言語生成、言語知識獲得、思考・認識の言語化、シンボルグラウンディング

知－14:バイオ情報ネットワーク、バイオインフォマティクス、数理生物情報学、複雑ネットワーク

*The Japanese version of this document is the prevailing and authoritative version;
the English translation below is provided for reference only*

Application Groups: Research Fields

- IST-1: Neuroinformatics, Brain Decoding, Brain-Machine Interface, Brain Imaging, Computational Neuroscience, Vision Science
- IST-2: Psychoinformatics, Higher Brain Function, Cognitive Neuropsychology, Cognitive Interface, Neuromarketing, Cognitive Science
- IST-3: Cognitive Communication, Cognitive Neural Dynamics, Neural Informatics for Communication, Multimodal Information Integration, Functional Brain Measurements
- IST-4: Computational Cognitive Neuroscience, Cognitive Neuroscience, Decision Making and Reinforcement Learning, Neurocomputational Mechanism of Social Functions, Brain-based Intelligence and Machine Learning, Human fMRI Experiments with Quantitative Methods
- IST-5: Computational Intelligence, Knowledge Discovery, Computational Learning Theory, Optimization for Machine Learning
- IST-6: Collective Intelligence, Machine Learning, Data Mining, Human Computation
- IST-7: Conversational Informatics, Artificial Intelligence, Interaction, Visual Computation, Cognitive Design
- IST-8: Language Media Processing, Language Information Processing, Language Analysis, Language Synthesis, Machine Translation, Information Retrieval
- IST-9: Speech and Audio Processing, Speech Recognition and Understanding, Music Information Processing, Human Robot Interaction, Statistical Signal Processing and Pattern Recognition
- IST-10: Visual Information Processing, Image Media, Computer Vision, Multimodal Interaction
- IST-11: Video Media, Human Behavior Analysis, 3D Modeling, Real-world Computing
- IST-12: Network Media, the Internet, Information Security, Algorithm, Computational Complexity
- IST-13: Media Archiving Research, Language Understanding, Language Generation, Language Knowledge Acquisition, Verbalizing for Thought and Understanding, Symbol Grounding
- IST-14: Biological Information Networks, Bioinformatics, Mathematical and Computational Biology, Complex Networks

設問 神経モデルは、descriptive モデル、mechanistic モデル、および、interpretive モデルに分類することができる。受容野をこれら 3 つのモデルで説明せよ。

Question is translated in English in the section below; this translation is given for reference only.

Q. Neural models can be classified into descriptive, mechanistic, and interpretive models. Explain receptive fields in terms of these types of models.

設問 注意のボトムアップコントロールとトップダウンコントロールについて、代表的な実験課題やその結果を紹介しながら説明せよ。必要に応じて図を用いても良い。

Question is translated in English in the section below; this translation is given for reference only.

Q. Explain bottom-up control and top-down control of attention by introducing typical experimental tasks and their results. Use figures if necessary.

「心の理論」に関する以下の設問に答えよ。

設問1 「他者が事実とは異なる信念を有する」ことを認識しているかを検証するための「誤信念課題」の例を述べよ。

設問2 他者の心を理解する方法を説明する有力な理論として「理論理論」と「シミュレーション理論」がある。これらの理論を説明するとともに、シミュレーション理論を支持する神経科学分野の知見を一つ挙げよ。また、例示した知見がシミュレーション理論を支持すると考える理由を述べよ。

Master's
Program

Area-Specific
Basic Questions

Question
Number

IST-3

Question is translated in English in the section below; this translation is given for reference only.

Answer the following questions regarding “theory of mind.”

Q.1 Describe an example of “false-belief task” to investigate whether one recognizes that others can have different beliefs from facts.

Q.2 There are two potential theories, “theory theory” and “simulation theory,” to explain how we read another’s mind. Describe these theories, and provide a finding in the neuroscience field to support the simulation theory. Discuss also how the finding you provided supports the simulation theory.

設問 本問題冊子の中の問題番号「知-1」、「知-2」、「知-3」から、1つを選び、解答せよ。その際、解答用紙の問題番号欄には「知-4」と記載すること。

Master's
Program

Area-Specific
Basic Questions

Question
Number

IST-4

Question is translated in English in the section below; this translation is given for reference only.

Q. Choose and answer one out of the three questions, IST-1, IST-2, and IST-3, in this booklet. When doing so, write “IST-4” in the “Question Number” field of your answer sheet.

設問 1 アルファベット $B = \{\perp, 0, 1\}$ 上の 2 項関係 R_{\leq} を

$$R_{\leq} = \{(\perp, \perp), (0, 0), (1, 1), (\perp, 0), (\perp, 1)\}$$

とし, 記号 $x, y \in B$ に対して $(x, y) \in R_{\leq}$ を $x \leq y$ と表す. B 中の記号を n 個並べて得られる記号列の集合を B^n とし, B^n 上の 2 項関係 R_{\leq}^n を

$$R_{\leq}^n = \{(x_1x_2\cdots x_n, y_1y_2\cdots y_n) \mid x_1 \leq y_1 \text{ かつ } x_2 \leq y_2 \text{ かつ } \cdots \text{ かつ } x_n \leq y_n\}$$

と定める. 記号列 $\sigma, \tau \in B^n$ に対しても $(\sigma, \tau) \in R_{\leq}^n$ を $\sigma \leq \tau$ と表す. 記号列 $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_k \in B^n$ に対して, $\tau \leq \sigma_i$ ($i = 1, 2, \dots, k$) が成り立つような τ を $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_k$ の共通下界とよぶ. 例えば $n = 4$ のとき, $\perp 1 \perp 0 \leq \perp 1 1 0 \leq 0 1 1 0$ である. また, $\perp 1 \perp 0$ は $\perp 1 1 0$ と $0 1 0 0$ の共通下界である. このとき以下の問いにすべて解答しなさい.

- (1) B^n 上の関係 R_{\leq}^n は半順序関係であることを示しなさい. また関係 R_{\leq}^n は全順序関係ではないことを示しなさい.
- (2) 任意個数の記号列 $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_k \in B^n$ を入力とし, それらの共通下界をすべて列挙するアルゴリズムを与えなさい.

設問 2 以下の問いにすべて解答しなさい. 必要であれば図や表を用いてもよい.

- (1) 有限アルファベット Σ 上の語からなる文脈自由言語に対する語の所属性問題について説明しなさい. また, その問題は可解であるかどうかを理由とともに答えなさい.
- (2) 教師なし学習とみなせる手法の例を与えなさい. また, その手法がなぜ“学習”とみなせるのかを説明しなさい.

Question is translated in English in the section below; this translation is given for reference only.

Q.1 Given an alphabet $\mathbf{B} = \{\perp, 0, 1\}$, a binary relation R_{\leq} on \mathbf{B} is defined as

$$R_{\leq} = \{(\perp, \perp), (0, 0), (1, 1), (\perp, 0), (\perp, 1)\}.$$

For any x and $y \in \mathbf{B}$, $x \leq y$ if and only if $(x, y) \in R_{\leq}$. Let \mathbf{B}^n be the set of sequences each of which is a concatenation of n symbols in \mathbf{B} . For \mathbf{B}^n , a binary relation R_{\leq}^n on \mathbf{B}^n is defined as

$$R_{\leq}^n = \{(x_1x_2 \cdots x_n, y_1y_2 \cdots y_n) \mid x_1 \leq y_1, x_2 \leq y_2, \dots, \text{ and } x_n \leq y_n\}.$$

For any sequences σ and $\tau \in \mathbf{B}^n$, $\sigma \leq \tau$ if and only if $(\sigma, \tau) \in R_{\leq}^n$. For given sequences $\sigma_1, \sigma_2, \dots$, and $\sigma_k \in \mathbf{B}^n$, a sequence τ is called a **common lower bound** of them if and only if $\tau \leq \sigma_i$ where $i = 1, 2, \dots, k$. For example, in case of $n = 4$ it holds that $\perp 1 \perp 0 \leq \perp 1 1 0 \leq 0 1 1 0$, and a sequence $\perp 1 \perp 0$ is a common lower bound of $\perp 1 1 0$ and $0 1 0 0$. Answer all of the following questions.

- (1) Show that the relation R_{\leq}^n on \mathbf{B}^n is a partial order, but that the relation is not a total order.
- (2) Give an algorithm which takes any number of sequences $\sigma_1, \sigma_2, \dots$, and $\sigma_k \in \mathbf{B}^n$ as its inputs, and enumerates all of their common lower bounds.

Q.2 Answer the following questions. You can use figures and tables if necessary.

- (1) Explain the membership problem of words over a finite alphabet Σ for context-free languages. Is the problem solvable? Answer it with reasons.
- (2) Present a method which you regard as unsupervised learning, with reasons why you regard it as “learning.”

設問 1 線形回帰モデルの推定について考える。

- (1) 最小二乗法と最尤推定による解が一致する条件を示せ。
- (2) データが高次元のときに、どのような問題が起こるだろうか。また、その対処法を述べよ。

設問 2 1次元の確率変数 Y が以下の閉区間 $[a, b]$ 上での一様分布に従うとする。

$$P(Y = y | a, b) = \frac{I_{[a,b]}(y)}{b - a}$$

ここで、 $I_{[a,b]}(y)$ は指示関数であり、 $y \in [a, b]$ のとき 1 を、そうでないときには 0 をとる。

- (1) Y の互いに独立な実現値 $\{y^{(1)}, y^{(2)}, \dots, y^{(n)}\}$ が与えられたとき、その尤度関数を与えよ。
- (2) a, b の最尤推定量を与えよ。

Master's
Program

Area-Specific
Basic Questions

Question
Number

IST-6

Question is translated in English in the section below; this translation is given for reference only.

Q.1 Consider the estimation problem of a linear regression model.

- (1) Show the condition making the estimate by the least square method and the one by the maximum likelihood estimation identical.
- (2) What is the difficulty in estimating the model from high-dimensional data? How can we cope with the difficulty?

Q.2 Assume a one-dimensional random variable Y follows a uniform distribution in the closed interval $[a, b]$:

$$P(Y = y | a, b) = \frac{I_{[a,b]}(y)}{b - a},$$

where $I_{[a,b]}(y)$ is the indicator function that gives 1 when $y \in [a, b]$, and 0 otherwise.

- (1) Give the likelihood function for n independent outcomes $\{y^{(1)}, y^{(2)}, \dots, y^{(n)}\}$ of Y .
- (2) Give the maximum likelihood estimates for a and b .

設問 1 機械学習における強化学習は、どのような手法か述べなさい。

設問 2 強化学習はどのような場面でどのように用いられるか示しなさい。

設問 3 強化学習の技法の一つである Q 学習アルゴリズムの概要を説明しなさい。

**Master's
Program**

**Area-Specific
Basic Questions**

**Question
Number**

IST-7

Question is translated in English in the section below; this translation is given for reference only.

Q.1 What is reinforcement learning in machine learning?

Q.2 Describe a typical setting in which reinforcement learning works effectively.

Q.3 Describe the Q-learning algorithm, which is a technique of reinforcement learning.

設問 以下の用語をそれぞれ 150 字程度で説明せよ（英語で解答する場合は 100 語程度で説明せよ）。

1. 言語モデル
2. 文脈自由文法
3. シソーラス
4. 結束性と一貫性
5. 情報抽出

Master's
Program

Area-Specific
Basic Questions

Question
Number

IST — 8

Question is translated in English in the section below; this translation is given for reference only.

Q. Explain each of the following terms in about 150 characters in Japanese or about 100 words in English.

1. Language model
2. Context free grammar
3. Thesaurus
4. Cohesion and coherence
5. Information extraction

音声メディア（音声や音楽）の自動認識に関する以下の問いに答えよ。

設問1 自動音声認識の原理を式を用いて説明した上で、音響モデルと言語モデルの代表的な構成法を述べよ。

設問2 音楽信号の自動採譜において設問1と同様のアプローチを述べた上で、「音響モデル」と「言語モデル」の構成法を述べよ。

Master's
Program

Area-Specific
Basic Questions

Question
Number

IST-9

Question is translated in English in the section below; this translation is given for reference only.

Answer the following questions regarding automatic recognition of speech and audio media including music.

Q.1 Describe the principle of automatic speech recognition using formulae, and explain typical methods of acoustic modeling and language modeling.

Q.2 Describe an approach to automatic transcription of music signals in a similar framework of Q.1, and explain a method of “acoustic modeling” and “language modeling”.

設問 以下の項目それぞれについて、図および数式を用いて説明せよ。

- (1) 画像の領域分割
- (2) カメラキャリブレーションにおけるカメラ行列, 内部パラメタ, および外部パラメタ
- (3) 主成分分析を用いた顔画像のモデル化

**Master's
Program**

**Area-Specific
Basic Questions**

Question Number	IST — 10
----------------------------	-----------------

Question is translated in English in the section below; this translation is given for reference only.

Q. Explain each of the following items using figures and mathematical expressions.

- (1) Image segmentation.
- (2) Camera matrix, intrinsic parameters, and extrinsic parameters in camera calibration.
- (3) Face image modeling using principal component analysis.

以下の小問全てに答えよ。必要に応じて図や数式を用いてよい。

設問 1 3×3 フィルタ $\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$ を画像に畳み込む処理が、画像を 2 階微分することと等価であることを説明せよ。

設問 2 HOG (Histogram of Oriented Gradients) 特徴について説明せよ。

設問 3 ニューラルネットにおける誤差逆伝播法について説明せよ。

Master's
Program

Area-Specific
Basic Questions

Question
Number

IST — 11

Question is translated in English in the section below; this translation is given for reference only.

Answer the following questions. Use figures and mathematical expressions if necessary.

Q.1 Show that applying a 3×3 convolutional filter, $\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$ on an image is equivalent to the second-order differential of the image.

Q.2 Explain the HOG (Histogram of Oriented Gradients) feature.

Q.3 Explain the backpropagation algorithm in neural networks.

設問 1 以下の各用語について簡潔に説明せよ。

- (1) CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)
- (2) ファイアウォール
- (3) OSS (Open Source Software)
- (4) UTP (Unshielded Twisted Pair) ケーブル
- (5) 重複確認応答

設問 2 TCP のフロー制御の難しさは、一つのプロトコルで、さまざまな環境における多様なデータ転送モードをサポートしなければならない点にある。具体的に想定すべき環境とデータ転送モードの例を複数挙げた上で、TCP のフロー制御で用いられているアルゴリズムの一つについて述べよ。

Master's
Program

Area-Specific
Basic Questions

Question
Number

IST-12

Question is translated in English in the section below; this translation is given for reference only.

Q.1 Explain each of the following terms briefly.

- (1) CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)
- (2) Firewall
- (3) OSS (Open Source Software)
- (4) UTP (Unshielded Twisted Pair) cable
- (5) Duplicate Acknowledgement

Q.2 The challenge in TCP flow control is that TCP must support various data transfer modes in a variety of circumstances. Give multiple examples of such circumstances and data transfer modes to be taken into consideration, and describe an algorithm which is adopted in TCP flow control.

設問 以下は、日本語や中国語のコーパスから単語 2-gram モデルを構築するステップである。式と例を用いてそれぞれのステップを説明せよ。

1. 単語分割
2. 各単語の出現確率の推定
3. 評価

Master's
Program

Area-Specific
Basic Questions

Question
Number

IST — 13

Question is translated in English in the section below; this translation is given for reference only.

Q. The following steps are for building a word 2-gram model from a corpus in Japanese or Chinese. Explain each step with formulae and examples.

1. Word segmentation
2. Probability estimation for each word occurrence
3. Evaluation

設問1 バイオインフォマティクスにおいては動的計画法に基づく計算手法が広く用いられている。バイオインフォマティクスにおける研究課題のうち、動的計画法に基づく計算手法が用いられる問題、動的計画法に基づかない計算手法が用いられる問題を一つずつあげ、概要を説明せよ。

設問2 上で説明した問題のそれぞれについて、それを解くための既存計算手法の概要を説明し、その問題点について議論せよ。

Master's
Program

Area-Specific
Basic Questions

Question
Number

IST — 14

Question is translated in English in the section below; this translation is given for reference only.

Q.1 In bioinformatics, dynamic programming has been widely utilized. Describe one task in bioinformatics for which a dynamic programming-based method is utilized. Describe also another task in bioinformatics for which a method not based on dynamic programming is utilized.

Q.2 For each of the two tasks you answered in Q.1, provide the outline of an existing computational method, and discuss its drawback(s).