

設問 1 に答えるとともに、設問 2~20 から 2 つを選び答えなさい。

1. 現在研究中のシステムの動作（または研究対象の現象）のなかで、重要となると思われるサブシステムや動作をプロセス計算またはペトリネットで記述しなさい。その際にプロセス計算またはペトリネットでは表現力不足になった部分や動作を説明し、どのようなプロセス計算またはペトリネットにどのような表現性があったら解決できるかを議論しなさい。
2. チューリングマシンは最も一般的な計算モデルとされる。計算能力的な観点から、チューリングマシンと現在のコンピュータとの差異を議論しなさい。
3. サーバ集約や多様な OS 環境実現のために、VMWare や Xen などの仮想マシンを利用することがある。仮想マシンと万能チューリングマシンの関わりについて議論しなさい。
4. プロセス計算 (CCS) はその意味は操作的意味論 (Operational Semantics) のなかでも、構造操作的意味論 (Structural Operational Semantics) が利用されている。まず構造操作的意味論について説明するとともに、プロセス計算の帰納的な証明における構造操作的意味論のメリットについて議論しなさい。
5. オートマトンでは、二つのオートマトンが同じ入力列群を受理できる場合、両オートマトンは同じと扱うが（トレース等価）、プロセス計算 (CCS) では、トレース等価では本来区別すべきプロセスを同じになってしまうという問題が生じる。その事例をあげるとともに、どのようなプロセスを同じと扱うべきかを議論しなさい。
6. CCS を含めて、多くのプロセス計算は対同期通信が基本であり、非同期通信やマルチキャスト通信（一斉同報通信）のための記述はもっていない。その理由を述べるとともに、仮に CCS で非同期通信やマルチキャスト通信を含むシステムを記述する際にはどのようにすればよいかを議論しなさい。
7. チューリングテストはアラン・チューリングによって考案された、ある機械が知的かどうか（人工知能であるかどうか）を判定する方法であるが、そのチューリ

ングテストと、(プロセス計算における)双模倣性の関係について議論しなさい。

8. CCSにおける双模倣性の合同性を証明を示しなさい。つまり  $P$  と  $Q$  が強双模倣性とする ( $P \sim Q$  と書く) ならば、 $\alpha.P \sim \alpha.Q$ 、 $P+R \sim Q+R$ 、 $P|R \sim Q|R$  が成立すること証明せよ(ここで  $\alpha$  は任意のアクション、 $R$  は任意のプロセス)。
9. Jan Bergstray や Jan Willem Klop らによって提案されたプロセス計算に Algebra of Communicating Processes (ACP) がある。ACP について、CSP または CCS と対比しながら説明しなさい。
10. CCS を UDP または TCP により接続される分散システムに実装できるか、仮に実装できるとした場合、どのような技術的な要件が必要となるかを議論しなさい。
11. プロセス計算の拡張系のひとつに Mobile Ambients (または Ambient Calculus) がある。Mobile Ambients について、CCS との差異を中心に議論しなさい。また、Mobile Ambients を分散システム上に実装した場合、どのような機能が必要になるかを議論しなさい。
12. Luca Cardelli らは細胞に関わる各種反応系プロセス計算による記述体系を提案している。その記述体系について調べるとともに、従来記述と違いについてまとめなさい。Erlang の当初の設計では通信プロトコルの記述が大きな目的だった。Erlang の通信記述を中心にプロセス計算の関わりについて議論しなさい。
13. 通信プロトコルに形式的な仕様記述が必要な理由を、プロトコルの設計、プロトコル実装、プロトコルの運用の各フェーズにわけて議論しなさい。
14. 計算モデルは通信プロトコルの仕様記述の基礎として用いられることが多いが、TCP/IP 及び TCP/IP をベースにしたプロトコルの記述には問題がある。どのような問題があるのかを議論しなさい。
15. 時相論理は大きくわけて、線形時相論理 (Linear Temporal Logic) と分岐時相論理 (Branching Temporal Logic) がある。両者の違いを説明するとともに、それぞれに向いている検証対象を例にあげ、その理由を述べなさい。

16. Haskell などの関数型プログラミング言語は、現在のところ、関数型プログラミング言語が広く普及しているとは言い難い。普及が進まない理由を議論するとともに、将来において普及可能性があるかについても議論しなさい。
17. 関数型計算モデルと論理型計算モデルなど複数の計算モデルを融合させるマルチパラダイム型体系が長年注目集めてきた。マルチパラダイム型の計算モデルまたはプログラミングについて調べ、その利点と欠点を議論しなさい。
18. DNA コンピュータは、DNA の 4 種類の塩基を演算素子にして計算をするコンピュータの総称である。DNA コンピュータは特定のアルゴリズムに対して、その計算能力が示されている段階で、一般化された計算モデルが定式化されているわけではない。仮に DNA コンピュータの計算モデルを構築する場合、その計算モデルの要件を、一般のコンピュータの計算モデルと対比しながらまとめなさい。
19. Web コンテンツの記述に広く利用されている JavaScript はオブジェクト指向言語とされるが、クラスよりもプロトタイプベース(Prototype-base)によるオブジェクト生成などの他のオブジェクト指向言語にはない特徴を持っている。他のオブジェクト指向言語(例えば C++、Java、Ruby、Python)と比較しながら、JavaScript の特徴を説明するとともに、他の言語にない JavaScript の特徴が Web コンテンツの記述にどのように役に立っているかを議論しなさい。
20. 通信などのロボット間相互作用を計算モデルとしてとられた研究事例を調べなさい。そして、プロセス計算でロボット間通信が記述できるかを確認しなさい。

備考：冒頭で説明したように設問 1 は必ず答えること。それ以外の設問は選択。分量は指定しないが、大学院期末レポートに適切な質・量があること。他の文献を参照する場合は参照元を必ず明記すること。設問は追加することがある。最新の情報を確認すること。

補記：2012 年 7 月 25 日：8 番の問題を修正しました。不備をご指摘いただいた方々に感謝します。