

セオリーコース試験問題

実施日	◆ 2019年7月13日(土)
遅刻限度時刻	◆ 10:45 厳守
試験時間	◆ 10:30~12:00 (90分)
会場	◆ 東京大学 本郷キャンパス ◆ 大阪大学 吹田キャンパス

★ 注意事項 ★

《 開始前の注意事項 》

1. 遅刻限度時刻 10:45 を厳守してください。遅刻限度時刻以降の入室はできません。
2. 身分証明書を机の左上によく見えるように提示してください。
3. 時計・筆記用具以外の、ペンケースや携帯電話などは机の上に置かないでください。
4. 呼び出し音や振動音のする携帯電話などの電源は切ってください。
5. 本試験の出題形式は選択式です。鉛筆を用いて、各小問に対応するカタカナの記号を1つだけ塗りつぶして下さい。複数の記号を塗りつぶすと無効解答になります。
6. 書き損じは消しゴムで完全に消してください。
7. 試験時間中は、乱丁・落丁、印刷不鮮明に関する質問以外はお受けできません。
8. 不正行為があったときは、すべての解答が無効になります。
9. その他、試験監督者の指示に従ってください。

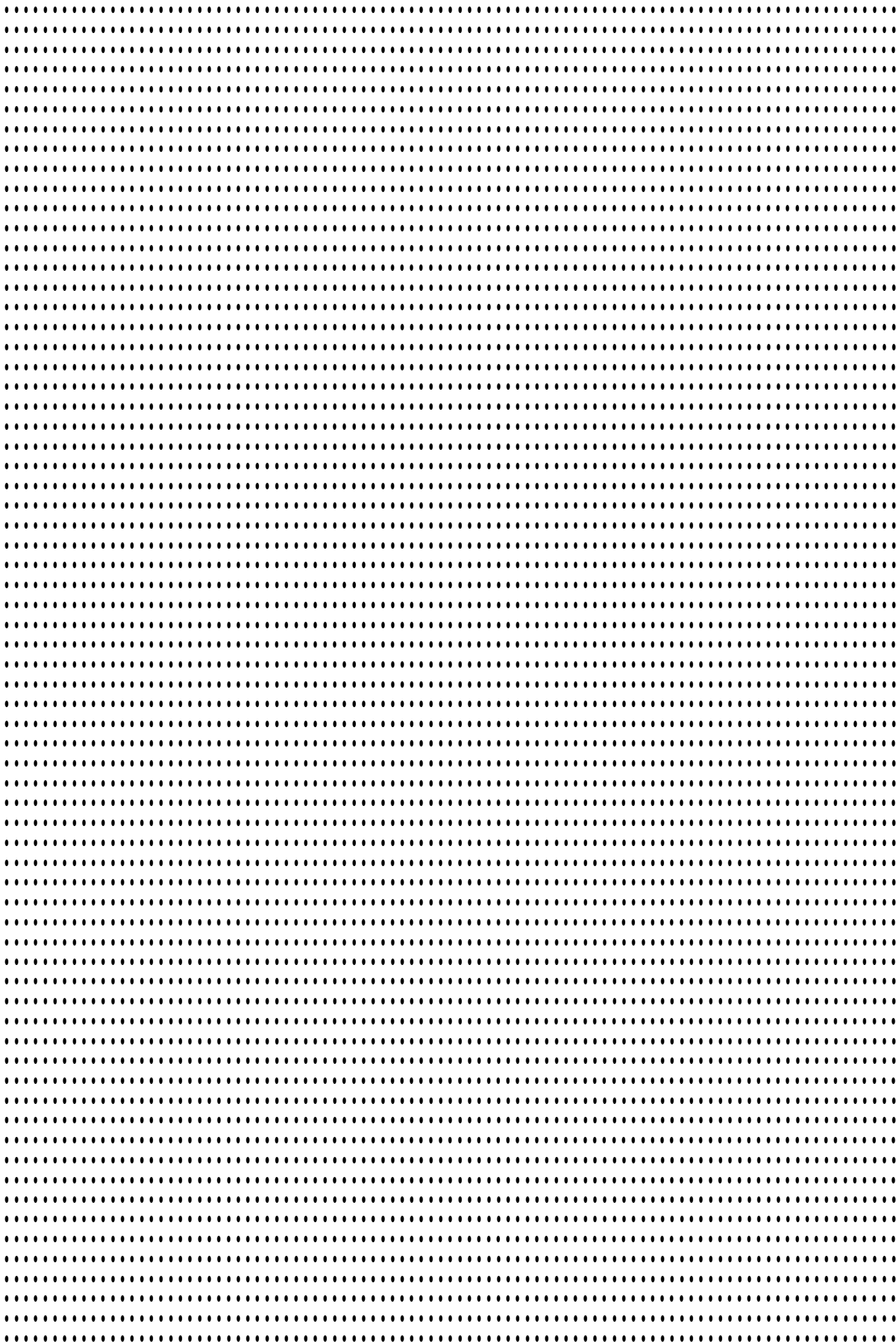
《 退席時の注意事項 》

- 試験開始後15分経過した時点で中途退出できます。中途退出する場合には、試験監督者に解答用紙を必ず手渡してください。問題用紙はお持ち帰り下さい。
- 試験終了時間5分前からは退出できません。
- 試験終了後、試験監督者が解答用紙を回収しますので、着席したままお持ち下さい。解答用紙回収後、問題用紙はお持ち帰り下さい。

- この試験の合格者の受験番号と模範解答を7月下旬に、当学会ホームページ (<http://www.vrsj.org>) 上で発表します。
- 7月下旬に受験者全員に合否通知(メール)を、合格者に認定証(郵送)を発送します。

特定非営利活動法人 日本バーチャルリアリティ学会

〒162-0801 東京都新宿区山吹町 358-5 アカデミーセンター TEL 03-6824-9376 E-MAIL office@vrsj.org



第1問

以下は、バーチャルリアリティ (virtual reality) とは何かに関する問題である。() に最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

- (a) バーチャルは、「(1) にはそうではないが、(2) にはそうである」という意味である。

【1～2 の解答群】

ア. 表層的 イ. 本質的 ウ. 感情的 エ. 外交的 オ. 仮想的

- (b) バーチャルリアリティの三要素とは、「3次元の空間性」、「(3)」、および「自己投射性」である。「3次元の空間性」とはコンピュータ (computer) が生成した立体的な視覚空間、立体的な(4) が人間の周りに広がることである。3次元の映画などはこの要素を備えているが、一方で、家庭用のコンピュータゲーム (game) のように、物体の後ろに回り込んだり、物体を動かしたりする「(3)」が欠けている。また、人工環境のなかで人間の異なる感覚モダリティ (modality) の間に矛盾のない状態が実現されることを「自己投射性」とよぶ。

【3～4 の解答群】

ア. 聴覚空間 イ. 表層的 ウ. 本質的 エ. 実時間の相互作用性 オ. 非匿名性

- (c) VR 技術は、ユーザに現実感を与えるために (5) によって感覚入力を生成し、ユーザの運動を出力として捉えて (6) を実行するというループが円滑にまわることを目指している。

【5 の解答群】

ア. 脊髄刺激 イ. 文字 ウ. ディスプレイ エ. データグローブ オ. 会話

【6 の解答群】

ア. エラー処理 イ. 電気刺激 ウ. シミュレーション エ. ゲーム オ. ライフサイクル

- (d) バーチャルと人間の認知機構について、間違っている記述は (7) である。

【解答群】

- ア. 人間が捉えている世界は、人間の認知機構のアポステリオリ (a posteriori) な仕組みにより認識されている。
- イ. 人間の視覚が検出する電磁波の波長の領域はおよそ 380nm～780nm である。
- ウ. 人間の聴覚が検出する空気の振動の周波数領域はおよそ 20Hz～20kHz である。
- エ. 自然の色とスペクトル (spectrum) が異なる光でも本物と同一の発火パターン (pattern) を錐体細胞に励起させれば、全く同じ色に見える。
- オ. 人間が現前していない空間であっても、VR の三要素を考慮して的確な情報抽出をすれば、現前しているのと同様な効果を引き起こすことができる。

第2問

次の文章は、バーチャルリアリティ技術の歴史の中で、今日の発展につながってきた代表的な研究やシステム事例について説明したものである。文中の（ ）に最も適するものを各解答群の中から選び、記号で答えよ。

- (a) コンピュータグラフィックスの分野では 1968 年, I.Sutherland が (8) Display という概念を提唱し, 最初の HMD (Head Mounted Display) を開発した。この HMD は小型 CRT に提示された映像をハーフミラーを介して見る (9) シースルーのシステムであり, 頭部には利用者の頭の回転を計測する機械式のリンク機構が取り付けられていた。

【8 の解答群】

ア. Augmented イ. Hyper ウ. Virtual エ. Immersive オ. Ultimate

【9 の解答群】

ア. 光学式 イ. ビデオ ウ. 機械式 エ. ミラー オ. CRT 式

- (b) 1982 年に開発された (10) とは, テレイグジスタンスの概念を実現するために開発されたマスタースレーブ (master slave) 型のロボットである。これは, (11) ロボットの視覚情報や力覚情報を (12) 側の操縦者に立体視映像や力覚フィードバックを用いて提示することで, 操縦者が実際にロボットに成り代わっているような感覚を生成する。

【10~12 の解答群】

ア. TELESAR イ. SENSORAMA ウ. マスター エ. スレーブ オ. 小型

- (c) ノースカロライナ (North Carolina) 大学で行われた CG 映像に触ることを目指した「GROPE」プロジェクト (project) では, (13) の力覚フィードバック装置を用い, 分子結合シミュレーションの結果として得られる分子間反力を力覚で表現する試み等が行われた。

【解答群】

ア. スtring (string) 型 イ. マスターアーム (master arm) 型
ウ. エグゾスケルトン (exoskeleton) 型 エ. マウス (mouse) 型 オ. ペン (pen) 型

- (d) 1980 年代に MIT の Media Lab.で開発された, 部屋全体をコンピュータ (computer) のインタフェースとして利用する (14) では, 椅子に座った利用者が壁面スクリーン (screen) に提示された情報を音声やジェスチャ (gesture) によって操作することができた。

【解答群】

ア. ClearBoard イ. Media Room ウ. Second Life エ. t-Room オ. Immersive Display

第3問

以下は、バーチャルリアリティの構成に関する問題である。各文章に従い解答を選び、記号で答えよ。

(a) バーチャルリアリティの基本構成について、最も適切な記述は（ 15 ）である。

【解答群】

- ア. バーチャルリアリティの分野における出力システム、すなわちディスプレイ (display) は、触覚刺激の創出機構のみを指す。
- イ. バーチャルリアリティを構成する要素である入力システムは、感覚器を介してユーザ (user) からシステムへ伝わる情報の流れを司る。
- ウ. バーチャルリアリティの入力システムの場合、物を操作するのであれば、手を伸ばして掴み、指先で握るという操作が模擬される必要がある。
- エ. バーチャルリアリティシステムを構成するディスプレイと入力システムは、システムとバーチャル世界のためのインタフェース (interface) を司る。
- オ. バーチャルリアリティシステムでは、インタラクティブ (interactive) な表現を行うため、人間の操作入力に対して、体験世界のシミュレーション (simulation) を行うことなく、直ちに出力を行わなければならない。

(b) バーチャルリアリティ世界についての次の記述の中で、適切でないものは（ 16 ）である。

【解答群】

- ア. 100%バーチャルリアリティのために作り込まれた世界では、その中に存在するさまざまな物体相互間の拘束関係や相互作用を、最初からスクラッチビルド (scratch-and-build) する必要がある。
- イ. 遠方の世界がバーチャルリアリティの世界に接続されるような例として、レイグジスタンスがあげられる。
- ウ. バーチャルリアリティの世界を、インターネット (internet) に展開されるデータ (data) 世界と接続することは、安全面の観点から行われたい。
- エ. 遠方のロボット (robot) を高い臨場感のもとで操作する場合、ユーザがあたかもその遠方世界にレポートしたような状況を作り出すことができる。
- オ. バーチャルリアリティ世界においては、表面的に感じられる世界の裏側に存在する深層的な現実感を生成する為のリアルタイムシミュレーション (realtime simulation) の仕組みが必要である。

- (c) バーチャルリアリティの概念モデル (model) として, MIT から提案された AIP キューブ (cube) についての次の記述の中で, 適切でないものは (17) である.

【解答群】

- ア. A は Autonomy (自律性), I は Interaction (対話性), P は Presence (臨場感) である.
- イ. 現在存在する多くの電子メディアは, AIP キューブのいずれかの頂点にプロットされる.
- ウ. AIP の立方体において, AIP 3 要素のすべてを有するものが理想的な VR である.
- エ. P は, 高臨場型ディスプレイと対応づけることのできる要素である.
- オ. AIP キューブが与える枠組みは, 現状のメディア技術とバーチャルリアリティとの間の位置づけを論じる上で, 有効である.

- (d) 以下の文章中の () に最も適するものを各解答群の中から選び, 記号で答えよ.

バーチャルリアリティの世界とユーザの関係は (18) であり, バーチャルリアリティにおける体験とはほとんどのヒューマン (human) インタフェースとは異なり, 第一人称体験である. また, バーチャルリアリティの場合, 本質的なのは, インタフェースの方式において言語的すなわち恣意的な決まりごとが極小化されており, (19) との相似性が極めて高いという点である. このようにヒューマンインタフェースの概念からバーチャルリアリティを見ると, システムと人間との関係がこれまでとはいくつかの点において決定的に違うといえることができる.

【18~19 の解答群】

- ア. 対面的 イ. 包含的 ウ. 複合的 エ. 身体運動 オ. 情報世界

- (e) 空間に対する扱いについて, 正しい記述は以下のうち (20) である.

【解答群】

- ア. 提示された 3 次元空間に没入することが, コンピュータの利用法における最善の方法であり, グラフを作成するなどの一般的な作業を 3 次元空間で行えることが理想と言われている.
- イ. VR では, 空間における身体運動が, インタラクションにとって中心的な役割を果たしており, 記号的な入出力は VR を特徴づけるものとは言えない.
- ウ. 手だけに限定されない身体の空間運動を利用することは, 表計算などのヒューマンインタフェースにとっても不可欠な設計方針であり, 空間入力デバイスが次々と市場に出現している.
- エ. 空間の使い方において, VR の特徴は 2 次元的であることであり, これにより, 効率的に複雑な世界の構造を少ないデータで提示することが可能となっている.
- オ. 3 次元空間における方向などの指定は, マウスとボタンによる入力が優れた手段を与えており, それゆえ, コンピュータにはマウスが不可欠なインタフェースとなっている.

第4問

以下は、脳神経系の解剖学的構造と神経生理学の基礎に関する問題である。

(a) 以下の文章中の（ ）に最も適するものを各解答群の中から選び、記号で答えよ。

大脳は、大脳半球と（ 21 ）から成り、大脳皮質の皮下組織には、大脳皮質と視床や脳幹との間を中継する（ 22 ）や情動・意欲・記憶・自律神経活動にかかわる（ 23 ）が含まれる。

【21の解答群】

ア. 中脳 イ. 間脳 ウ. 脳幹 エ. 小脳 オ. 角回

【22の解答群】

ア. 大脳基底核 イ. 視床下部 ウ. 帯状回 エ. 小脳 オ. 辺縁系

【23の解答群】

ア. 中心溝 イ. 辺縁系 ウ. 中脳 エ. 海馬 オ. 大脳基底核

(b) 人間の脳の働きについて間違っているものは（ 24 ）である。

【解答群】

- ア. 脳には機能の局在があり、大局的に見ると中心溝を境界として後部の頭頂葉と後頭葉が感覚入力を受容する領域である。
- イ. 前部の前頭葉が運動指令を出力している領域である。
- ウ. 中心溝の前部の回にある一次運動野は運動指令を体の筋肉に送っており、右脳が上半身を、左脳が下半身を支配している。
- エ. 頭頂連合野に損傷があると、遠近・上下左右の識別が困難となる空間定位障害が起きる。
- オ. 一次体性感覚野では、体の各領域に対応した体性感覚（somatic sensation）の受容区分がある。

第5問

以下は、体性感覚に関する設問である。

(a) 温度感覚に関する次の文章のうち、間違っているものは (25) である。

【解答群】

- ア. 温覚を伝える神経線維は無髄線維である。
- イ. 冷覚受容器は自由神経終末である。
- ウ. 温覚受容器は 40～45℃付近で最もよく神経発射する。
- エ. 冷覚受容器は 10℃付近で最もよく神経発射する。
- オ. 温覚も冷覚も感じない中性判断の生じる温度を無関帯という。

(b) 痛覚に関する次の文章のうち、間違っているものは (26) である。

【解答群】

- ア. 表在性痛覚の受容器は自由神経終末であり、神経線維は太い有髄線維 (A δ 線維) と無髄線維と考えられている。
- イ. 表在性痛覚は、速い痛みと遅い痛みに分けられる。速い痛みは針を皮膚に突き刺したときなどに感じられる鋭い痛みである。
- ウ. 遅い痛みの特徴は、痛みがにぶく空間的な広がりをもって感じられることである。
- エ. 痛みは、比較的長い時間的観点から、急性の痛みと慢性の痛みに分けられる。
- オ. 慢性痛は除去が望ましい「有用性のない」痛みである。

(c) 以下の文章中の () に最も適するものを各解答群の中から選び、記号で答えよ。

ヒトの無毛部の皮膚機械受容単位は、受容野の形態と神経発射特性から 4 種類に分類される。それらは (27) I 型単位 (FAI), (27) II 型単位 (FAII), (28) I 型単位 (SAI), (28) II 型単位 (SAII) と名付けられている。FAI と SAI の受容野は小さく、受容野境界ははっきりしている。それに対し、FAII と SAII の受容野は大きく、受容野境界は (29)。

【27～28 の解答群】

- ア. 即順応 イ. 遅順応 ウ. 速適応 エ. 遅適応 オ. 速順応

【29 の解答群】

- ア. はっきりしている イ. 不鮮明となっている ウ. さらにはっきりしている
エ. 不鮮明なものがやや多い オ. はっきりしたものと不鮮明なものが半々である

(d) 以下の文章中の（ ）に最も適するものを各解答群の中から選び、記号で答えよ。

触 2 点閾は、皮膚上の 2 点を同時刺激し、それが 2 点に感じられる最小距離のことである。触 2 点閾を測定してみると、手指や口唇、舌などで小さく、上腕、背、腹、大腿などで大きくなっている。触 2 点閾の小さな部分からの情報を受け取る大脳皮質体性感覚野の面積は相対的に（ 30 ），触 2 点閾の大きな部分からの情報を受け取る大脳皮質体性感覚野の面積は相対的に（ 31 ）になっている。

【30～31 の解答群】

ア. 広く イ. 狭く ウ. 長く エ. 短く オ. 冗長に

第6問

以下は、前庭感覚の受容器と神経系に関する問題である。

(a) 半規管の構造に関して間違っているものは以下のうち (32) である。

【解答群】

- ア. 半規管は、前半規管・後半規管・水平（外側）半規管の 3 対からなり、互いにほぼ直交する 3 平面上に位置している。
- イ. 各半規管は約 2/3 の円弧をなす環状の構造で、内部は内リンパで満たされている。
- ウ. 卵形嚢と連結する付近に膨大部を形成する。
- エ. 膨大部に管壁が内部に突出した膨大部稜があって有毛細胞が並んでいる。
- オ. 有毛細胞には数十本の動毛と 1 本の不動毛が規則的に配列され、ゼラチン様物質のクプラに結束されている。

(b) 前庭動眼反射に関して間違っているものは以下のうち (33) である。

【解答群】

- ア. 頭部が回転すると、前庭動眼反射は眼球を頭部回転と逆方向に回転させる。
- イ. 頭部の回転が続くと眼振を起し、頭部回転と逆方向の緩徐な眼球運動と同方向の急速眼球運動を交互に繰り返す。
- ウ. 頭部の回転による前庭動眼反射の利得は水平および垂直運動ではほぼ 1 となるが、回旋の利得は小さい。
- エ. 直線加速度が加わった時に起こる代償性眼球運動は、頭部運動と逆方向に起こり、利得はほぼ 1 である。
- オ. 頭を傾けた時に起こる眼球反対回旋は、頭部傾斜と反対方向への眼球の回旋であるが、利得は小さい。

(c) 回転知覚に関する以下の文章中の () に最も適するものはそれぞれどれか。

水平回転（重力方向を z 軸とした場合の z 軸周りの回転）を知覚する角加速度の閾値は概ね (34) 程度である。ヨー回転の閾値がピッチやロールに比べて低い傾向がある。等角加速度で加速すると、(35) までは角速度が増すように感じるが、その後は回転感覚が減衰し減速していると感じるようになり、次第に回転を感じなくなる。

【34 の解答群】

- ア. 0.1~0.3 deg イ. 0.1~0.3 deg/s ウ. 1~3 deg/s
エ. 0.1~0.3 deg/s² オ. 1~3 deg/s²

【35 の解答群】

- ア. 1~2 秒 イ. 5~10 秒 ウ. 20~40 秒 エ. 1~2 分 オ. 5~10 分

(d) 動揺病における視覚の関与に関して間違っているものは (36) である。

【解答群】

- ア. 前方の道路がよく見えると、車酔い発生率は全く見えない場合の約 1/3 に低下する。
イ. 乗り物内の静止物を注視していると閉眼時よりも酔い易い。
ウ. 視野の広範囲に視運動刺激が与えられるとベクシオンが生じ、これに身体運動刺激が加わることで視覚性動揺病が発生する。
エ. バーチャルリアリティを用いたゲームやアミューズメントでも動揺病が起こり、VR 酔いあるいはサイバー酔いと呼ばれている。
オ. 主観的鉛直の方向を変化させる刺激は、方向を変化させない刺激よりも強い動揺病を発生させる。

第7問

以下は、モダリティ (modality) 間相互作用に関する問題である。

(a) 複数の感覚の複合について正しい記述は (37) である。

【解答群】

- ア. 人間は様々な感覚モダリティを有しているが、実世界においてこれらを単体で利用している。
- イ. 人間は複数の感覚チャンネル (channel) からの情報を統合して外界の認識、働きかけを行っている。
- ウ. HMD に位置姿勢センサを取り付けて使用した場合、体性感覚情報に合わせた視覚情報の更新が出来るため疎外感が高まる。
- エ. 歩行感覚提示装置と HMD を併用することで、歩行動作による体性感覚情報に加えて、移動による見えの変化が起こるため、VR 空間内での乗り物に乗っているような移動感覚が高まる。
- オ. 食感提示を行う場合、歯ごたえ、味、音、香りと感覚情報チャンネルが増えるほど、バーチャルな食品の現実感は急速に減少する。

(b) 複数の感覚の複合について正しい記述は (38) である。

【解答群】

- ア. 様々な感覚ディスプレイを組み合わせる際には、それらの時間的空間的な整合性が重要であるが、それらに不一致があっても違和感が残るだけである。
- イ. 様々な感覚ディスプレイを組み合わせる際には、それらの時間的空間的な整合性は重要ではなく、むしろ個々のディスプレイの性能を向上することで VR 酔いが無くなる。
- ウ. 様々な感覚ディスプレイを組み合わせる際には、それらの時間的空間的な整合性が重要であるが、人間が知覚できないほど小さなずれは許容される。
- エ. 様々な感覚ディスプレイを組み合わせる際には、それらの時間的空間的な整合性が重要であり、全くずれは許容されない。
- オ. 様々な感覚ディスプレイを組み合わせる際には、それらの時間的空間的な整合性は重要でなく、むしろ個々のディスプレイの性能が向上することが複合のキーポイント (key point) である。

(c) 以下の文章中の（ ）に最も適するものを各解答群の中から選び、記号で答えよ。

音の空間知覚は聴覚系の処理だけで決まるものではなく、特に大きく視覚の影響を受けることがわかっている。その事実は音源定位が視覚で知覚された位置によってバイアスをうける（ 39 ）効果という現象によって示される。この現象は、空間知覚に関しては一般に視覚の方が精度が高いため聴覚もそれを利用しているからだ、と解釈されており、各感覚モダリティは一般に（ 40 ）に統合され全体として効率よく精度を高めていると考えられる。

【39 の解答群】

ア. 腹話術 イ. カクテルパーティ ウ. ダブル・フラッシュ エ. マガーク オ. プルキンエ

【40 の解答群】

ア. 個別的 イ. 抑制的 ウ. 相補的 エ. 加算的 オ. 減算的

第8問

以下は、前庭感覚ディスプレイに関する問題である。

- (a) 前庭感覚器官は、身体の移動（たとえば乗り物に乗っての移動）や傾斜を、加速度として感知する器官である。前庭感覚器官は頭部内部にあるため直接機械的な刺激を加えることは難しい。前庭感覚ディスプレイの構成方法に関連した内容として間違っているものは（ 41 ）である。

【解答群】

- ア. 多くの場合、身体全体を直接動かすことで前庭感覚ディスプレイは実現される。
- イ. 身体に対して任意の加速度を任意の時間呈示するためには、身体に外力を持続的に加えるアクチュエータ (actuator) と加減速に伴う身体移動のための広大な空間が必要となる。
- ウ. 前庭感覚ディスプレイには、アクチュエータの使い方を工夫して加速度を持続的にユーザに呈示し、それに伴う移動を何らかの機構で打ち消す仕組みが必要となる。
- エ. 車や飛行機のような乗り物を想定すると、シート (seat) に加速度提示と移動打ち消し機構を取り付けると、体性感覚も刺激されて加速感や傾斜感が高まる。
- オ. 前庭感覚ディスプレイには、アクチュエータの使い方を工夫して速度を持続的にユーザに呈示し、それに伴う移動を何らかの機構で打ち消す仕組みが必要となる。

- (b) 以下の文章中の（ ）に最も適するものを解答群の中から選び、記号で答えよ。

前庭感覚ディスプレイのアクチュエータをホームポジション (home position) に、ユーザにその動作を気づかれないように戻す動作の名称として正しいものは（ 42 ）である。また前庭感覚ディスプレイのアクチュエータの動作限界を超えないように減速動作させながら同時にユーザの体を傾斜させて前庭感覚を提示する動作の名称として正しいものは（ 43 ）である。

【42～43の解答群】

- ア. ウォッシュアウト (washout)
- イ. ウォッシュオーバー (washover)
- ウ. ウォッシュバック (washback)
- エ. ウォッシュターン (wachtturn)
- オ. ウォッシュアラウンド (wacharound)

(c) 前庭感覚ディスプレイの構成方法に関連した内容として正しいものは（ 44 ）である。

【解答群】

- ア. アクチュエータの可動範囲が有限なため、加速度を過渡的な成分と定常的な成分に分け、過渡的な部分をアクチュエータによって呈示し、定常的な成分はユーザの体を傾けて、重力の分力成分を利用して合成加速度として呈示する。
- イ. アクチュエータの可動範囲が有限なため、速度を過渡的な成分と定常的な成分に分け、過渡的な部分をアクチュエータによって呈示し、定常的な成分はユーザの体を傾けて、回転速度成分を利用して合成速度として呈示する。
- ウ. 提示刺激の過渡的な部分から定常的な部分に移行する際に、合成加速度におけるアクチュエータの加速度成分を徐々に上げることで、アクチュエータの動作限界を超えないようにする。
- エ. 提示刺激の過渡的な部分から定常的な部分に移行する際に、アクチュエータの動作限界を超えないように急速にアクチュエータを動作させる必要がある。
- オ. アクチュエータは定常的な加速度を提示するのに向いているので、過渡的な部分は重力成分を用いて提示する。

第9問

以下は、生理的特性の計測に関する問題である。()に最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

- (a) 生理指標の代表的なものの一つである心電図からは、(45)を求めることができ、さらに(45)から(46)を求めることができる。

【45 の解答群】

- ア. 酸素化ヘモグロビン濃度 イ. 皮膚電気活動 ウ. 脳活動
エ. アドレナリン分泌量 オ. 心拍数

【46 の解答群】

- ア. 運動強度 イ. 発汗量 ウ. 瞬き エ. 脳血流 オ. 脳波

- (b) 筋肉の電氣的な活動を計測したものが(47)である。このうち、皮膚上に電極を貼付し、筋肉全体の活動を計測するものを(48)という。(48)の測定時には、ノイズの影響を減らすため、2個の電極により計測した信号を(49)する。

【47 の解答群】

- ア. EDA イ. MEG ウ. PET エ. EEG オ. EMG

【48 の解答群】

- ア. MRI イ. 表面筋電図 ウ. 脳磁図 エ. 脳波 オ. GSR

【49 の解答群】

- ア. 乗算 イ. 反転増幅 ウ. 除算 エ. 非反転増幅 オ. 差動増幅

第10問

以下は、体性感覚ディスプレイに関する問題である。()に最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

- (a) 体性感覚ディスプレイは、バーチャルな物体に触った時の(50)や(51),(52)などを提示する。体性感覚ディスプレイの実現には、感覚受容器への(53)が不可欠であり、目的の(53)をどのようなしくみでどのように発生させるかという問題を解くことになる。

【50 の解答群】

- ア. 内面の凹凸 イ. 温度 ウ. 表面の感触 エ. 液面の感触 オ. 驚き

【51 の解答群】

- ア. 色 イ. 硬さ ウ. 反射 エ. 透過 オ. 多層構造

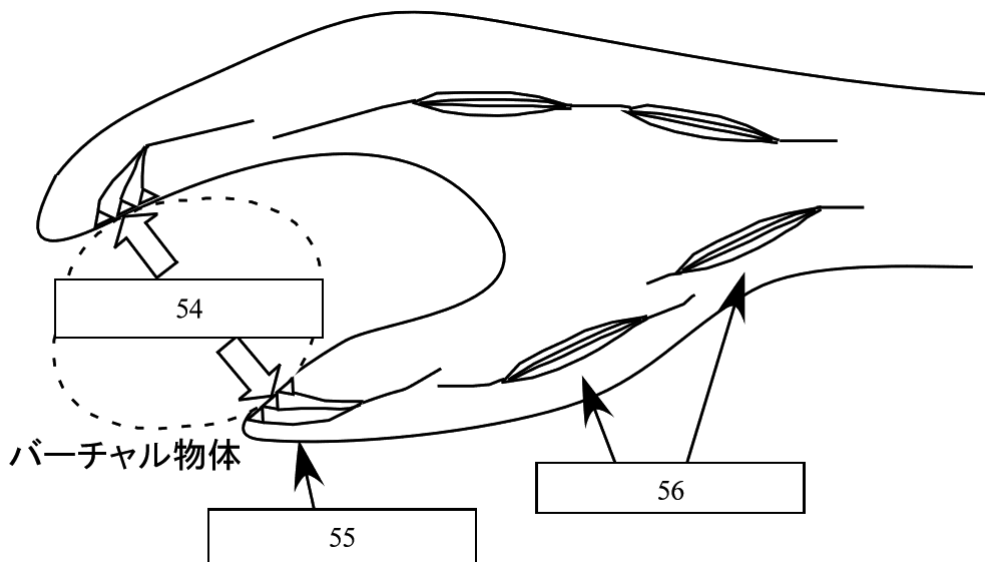
【52 の解答群】

- ア. 感性 イ. 重さ ウ. 印象 エ. 構造 オ. 画像

【53 の解答群】

- ア. 物理刺激 イ. 加熱 ウ. 投射 エ. 通電 オ. 攻撃

- (b) 以下の図は、体性感覚ディスプレイの実現方法の概要を説明するものである。()に最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。



【54 の解答群】

- ア. 人工的な圧力 イ. 人工的な反力 ウ. 人工的な重力 エ. 人工的な推力 オ. 人工的な応力

【55～56 の解答群】

- ア. 浅部感覚 イ. 深部感覚 ウ. 皮膚感覚 エ. 内臓感覚 オ. 特殊感覚

第11問

以下は、人間の身体各部の位置を計測するモーションキャプチャに関する問題である。()に最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

- (a) 空間内での位置情報から人体の姿勢情報を得るモーションキャプチャが近年利用されている。(57) センサを用いたシステムでは、(57) が計測対象まで到達する時間や、そこから反射して戻ってくるまでの時間に基づいて距離を計測する。複数のセンサから得られる距離情報から 3 次元空間内での位置情報を算出し、(58) を用いて関節の角度情報へと変換する。

【57の解答群】

ア. 超音波 イ. 紫外線 ウ. 圧力 エ. 低周波音 オ. 磁気

【58の解答群】

ア. デコーダ イ. 形状モデル ウ. 人体モデル エ. 環境モデル オ. 運動モデル

- (b) 磁気式モーションキャプチャでは、 $X \cdot Y \cdot Z$ 軸それぞれに対応した (59) を作り、その中を移動するコイルに発生する (60) を計測することで、位置及び角度情報を得ることができる。しかし、(59) を利用しているため、周囲の (61) による影響が避けられず、設置場所を工夫する必要がある。

【59の解答群】 ア. センサ イ. 磁場 ウ. 座標系 エ. 視界 オ. シールド

【60の解答群】 ア. 圧力 イ. 誘導起電力 ウ. 熱量 エ. 歪み オ. 電磁力

【61の解答群】 ア. 明るさ イ. 温度 ウ. 湿度 エ. 騒音 オ. 金属

第12問

以下は、人間の表情および視線方向の計測に関する問題である。()に最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

- (a) 人間の表情を物理計測することは、コミュニケーションにおいて重要な (62) 情報を含んでいるため、体の動き計測と同様に極めて重要である。しかし、視線を計測する際には、被験者の(63) を減らすことに留意しなければならない。

【62 の解答群】

ア. 速度 イ. 位置 ウ. 感覚 エ. 感性 オ. 運動

【63 の解答群】

ア. 瞬き イ. コスト ウ. 負担 エ. 呼吸 オ. 情報

- (b) 視線を高精度に計測するためには、角膜(黒目)と強膜(白目)の反射率の違いを利用した(64) や、コイルを埋め込んだコンタクトレンズの位置を計測する(65)、角膜の曲率中心と眼球の回転中心が異なることを利用した(66) が用いられている。

【64 の解答群】

ア. 強膜反射法 イ. 角膜反射法 ウ. 反射率法 エ. 黒白反射法 オ. 眼球反射法

【65 の解答群】

ア. コンタクトレンズ法 イ. レンズサーチ法 ウ. 磁界法
エ. レイトレース法 オ. サーチコイル法

【66 の解答群】

ア. 角膜回転法 イ. 回転中心法 ウ. ECG 法 エ. 角膜反射法 オ. EOG 法

第13問

以下は、神経系への直接刺激に関する問題である。以下の問いに最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

(a) 神経に直接電気信号を入力する方法として最も正しい記述は（ 67 ）である。

【解答群】

- ア. 手術で電極を神経に接続し直接刺激する方法は、手術を伴うが医学的知識も必要ないほど軽微なもので気軽に利用できる。
- イ. 皮膚の上に電極を貼り付け皮下の神経を刺激する方法は、電極の貼り付け場所を精密に決めることが出来ればいつ貼っても同じ性能を発揮する。
- ウ. 手術で電極を神経に接続し直接刺激する方法は、医学的知識に基づいて手術によって設置する。しかし、一度設置すれば安全である。
- エ. 手術で電極を神経に接続し直接刺激する方法は、細い電極を使うため、多くの神経を一度に刺激するためにはその数だけ電極が必要となる欠点がある。
- オ. 皮膚の上に電極を貼り付け皮下の神経を刺激する方法は、同じ電極の貼り付け場所でも日によって皮膚の状態が異なるため、性能も異なる。

(b) 神経に直接電気信号を入力する方法として最も正しい記述は（ 68 ）である。

【解答群】

- ア. 手術で電極を神経に接続し直接刺激する方法は、人工内耳に見られるように電極に入力する刺激と知覚される感覚が一对一对応するため、調整は容易である。
- イ. 皮膚の上に電極を貼り付け皮下の神経を刺激する方法は、電極の大きさと貼り付け位置に刺激出来る神経の数は依存しない。
- ウ. 手術で電極を神経に接続し直接刺激する方法は、人工内耳に見られるように電極に入力する刺激と知覚される感覚の対応が不明であるが、個人に依存しない調整方法が見つかっている。
- エ. 皮膚の上に電極を貼り付け皮下の神経を刺激する方法は、皮膚の奥深くの神経刺激に適している。
- オ. 手術で電極を神経に接続し直接刺激する方法は、皮膚の奥深くの神経刺激に適している。

第14問

以下は、バーチャルリアリティで用いられる映像提示装置に関する問題である。()に最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

頭部搭載型プロジェクタ (Head Mounted Projector: HMP) は、(69) による絞り付プロジェクタを眼球と (70) にハーフミラーとともに配置し、(71) を持たせたスクリーンに映像を投影すると、それぞれの目に対応する映像が呈示される方式である。(71) を備えたスクリーンや実物体で囲まれた場所であれば、どこを向いても対応する映像を見ることができる。(69) を通っているため奥行きによらずどこでも映像のピントが合うため、特殊な光学系が不要である点は HMD よりも優れている。さらに、通常のプロジェクタで投影した場合とは異なり、映像同士の (72) が発生しない。また、手などの上に映像が投影されても (69) により光量を絞っているため、その拡散光は暗くなり手の上に映った映像は見えない。これによって手の形の画像認識など行わなくても画像とその手前の物体との (73) を自然に見せることが可能である。

【69 の解答群】

ア. 凸レンズ イ. 接眼レンズ ウ. 凹レンズ エ. 望遠レンズ オ. ピンホール

【70 の解答群】

ア. 共役な位置 イ. 対象な位置 ウ. 鏡像の位置 エ. 同じ位置 オ. 虚像の位置

【71 の解答群】

ア. 反射性再起機能 イ. 回帰性反射機能 ウ. 再帰性反射機能
エ. 再帰性放射機能 オ. 再帰性輻射機能

【72 の解答群】

ア. 分離 イ. 欠落 ウ. クロストーク エ. ノイズ オ. 切り替え

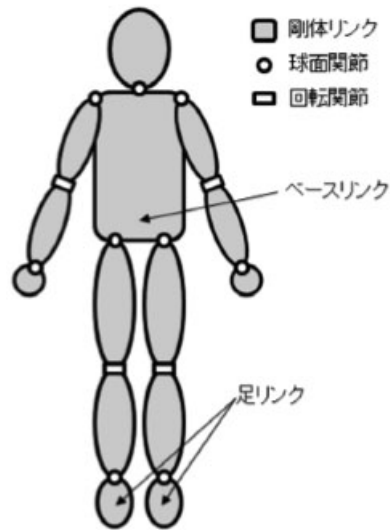
【73 の解答群】

ア. 接触関係 イ. 直接関係 ウ. 緊張関係 エ. 親子関係 オ. 遮蔽関係

第15問

以下は、人間の運動を計算機上で表現するための人体モデルとその運動生成に関する問題である。

(a) 図の人体物理モデルの自由度数として正しいものは (74) である。



人体物理モデルの自由度構成

【解答群】

ア. 13 イ. 31 ウ. 39 エ. 42 オ. 84

(b) 力学シミュレーションによる運動生成に関する以下の記述のうち、間違っているものは (75) である。

【解答群】

- ア. 制御系が計算した関節トルク (torque) を用いて関節加速度を計算し、それを時間積分することにより運動を生成する。
- イ. キャラクタ (character) が転倒しないことを保証できる。
- ウ. 外力に対する反応を生成するのに適している。
- エ. 物理的に正しい運動が生成できる一方、人間らしい自然な運動を生成するのは難しい。
- オ. ゲームなど、リアルタイムに運動を生成する必要があるアプリケーション (application) で使われることが多い。

(c) 以下の文章中の () に最も適するものを各解答群の中から選び、記号で答えよ。

逆運動学の解法には大きく分けて解析的手法と数値的手法がある。解析的手法は、リンクの位置を関節角の関数として表し、その (76) を求める方法である。数値的手法の一つとして、(77) を評価関数とする最適化問題を解く方法がある。

【76~77 の解答群】

ア. 導関数 イ. 逆関数 ウ. 関節速度の2乗和 エ. 速度誤差の2乗 オ. 位置誤差の2乗

(d) 逆運動学問題が無数の解を持つ場合の例として最も適切なものは (78) である。

【解答群】

- ア. 障害物がないとき、物体を与えられた始点から終点まで移動する経路は無数にある。
- イ. 人が手のある位置から別の位置まで移動させるときの速さの時間変化をグラフ (graph) にすると、一般に釣鐘形になる。
- ウ. 腕を静止させるのに必要な筋張力の組み合わせは無数にある。
- エ. 肩関節の位置を固定すると、手が到達できない領域がある。
- オ. 手の位置・姿勢と肩関節の位置を固定したまま、肘をある円弧上の別の位置に移動させることができる。

第16問

以下は、柔軟物の変形シミュレーションに関する問題である。

(a) 以下の文章中の () に最も適するものを各解答群の中から選び、記号で答えよ。

変形とは、外力により物体表面や内部に移動、つまり (79) が生じる状態をいう。一般に、(79) が微小であれば、物体は (80) を示す。

【79 の解答群】

ア. 変位 イ. 粘性 ウ. 力覚 エ. 破壊 オ. 塑性

【80 の解答群】

ア. 弾性変形 イ. 過渡運動 ウ. つり合い エ. せん断 オ. 塑性

(b) 弾性の説明として最も適切ものは (81) である。

【解答群】

- ア. 弾性とは、2物体が衝突後にひとかたまりとなって運動する状態をいう。
- イ. 弾性とは、作用する外力を取り去ると元に戻る性質をいう。
- ウ. 弾性とは、破壊に要するエネルギーが小さくもろい性質をいう。
- エ. 弾性とは、作用する外力によって体積を保存した状態で変形する性質をいう。
- オ. 弾性とは、作用する外力を取り去っても元に戻らない性質をいう。

(c) 変形シミュレーションについて、間違っているものは (82) である。

【解答群】

- ア. バネ質点モデルは、簡潔な実装により物体変形を表現可能とする。
- イ. 変形シミュレーションを行うために、モデル要素の位置や弾性パラメータを事前に設定する必要はない。
- ウ. 有限要素モデルは弾性論におけるパラメータ（弾性率，ポアソン比）に基づく高精度の変形を可能とする一方、実装が複雑であり計算量が多い。
- エ. 弾性パラメータの計測法には、引張試験，超音波エラストグラフィ，MRE（Magnetic Resonance Elastography）などがある。
- オ. 変形シミュレーションの忠実性と実時間性にはトレードオフの関係がある。

第17問

以下は、3次元物体の視覚レンダリングに関する問題である。()に最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

- (a) 3次元物体のレンダリングでは、まず、(83)処理により、3次元図形を2次元スクリーン(screen)上の図形へと変換する。写実的な画像を生成するためには、(84)が多く用いられる。(84)では、視点から遠い物体ほど小さく表示され、実際の見え方と一致した結果を得ることができる。

【83の解答群】

ア. マッピング イ. 回転 ウ. 投影 エ. 変換 オ. 逆変換

【84の解答群】

ア. 視野変換 イ. 透視変換 ウ. 平行投影 エ. 投影変換 オ. 斜投影

- (b) 視点から見えない面を除去する処理を陰面消去という。陰面消去を行う方法のうち、(85)法はハードウェア化が容易であり、高速処理が可能であるため、広く普及している。(85)法では、スクリーンの各画素について、視点からの奥行きに相当する(86)を記憶する領域を用意する。そして、3次元物体を描画する際には、画素ごとに(86)を計算し、その値が記憶されている値より小さければ描画処理を行う。

【85の解答群】

ア. Zソート (Z sort)
イ. レイトレーシング (ray tracing)
ウ. Zバッファ (Z buffer)
エ. ダブルバッファ (double buffer)
オ. Pバッファ (P buffer)

【86の解答群】

ア. 面積 イ. レイ (ray) ウ. W値 エ. Z値 オ. P値

以上