

セオリーコース試験問題

実施日	◆ 2018年12月22日(土)
入室締切	◆ 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. 入室締切時間 10:45 を厳守してください。締切時間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。

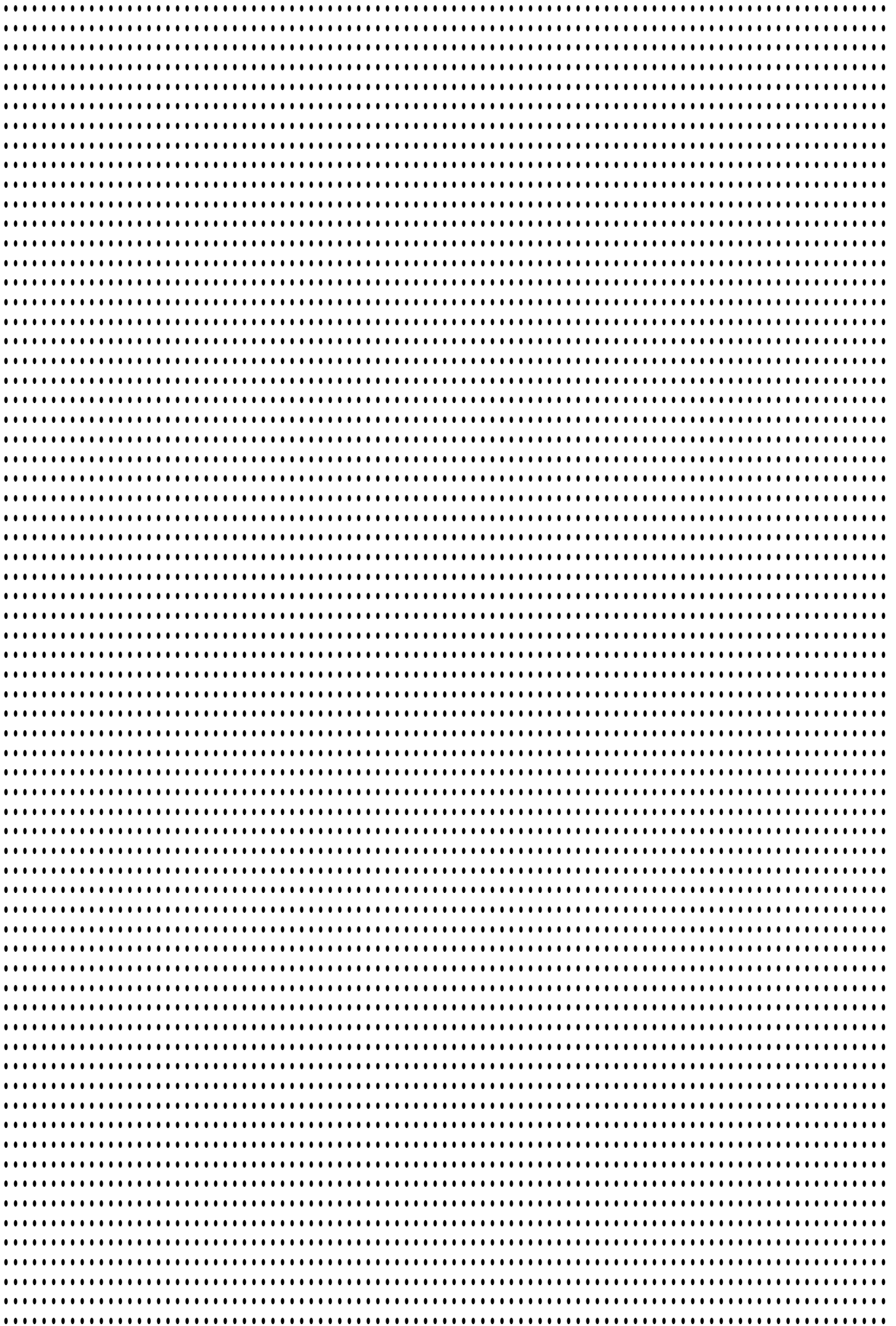
《 退席時の注意事項 》

- 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1月下旬に、当学会ホームページ (<http://www.vrsj.org>) 上で発表します。
- 1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

〒113-0033 東京都文京区本郷 2-28-3 山越ビル 301 TEL 03-5840-8777 E-MAIL office@vrsj.org



第1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。該当するものを解答群から選び、記号で答えよ。

- (a) バーチャルリアリティの世界について、適切な記述を解答群から選べ（ 1 ）。

【解答群】

- ア. バーチャルリアリティの世界は、すべてが計算機で生成されたものから作られている必要がある。
- イ. バーチャルリアリティの世界は、現実世界の情報と乖離している場合に、理想的な情報に基づくことによってロボットなどを正確に制御することが可能となる。
- ウ. バーチャルリアリティの世界をインターネットに展開されるデータ世界と接続することは、安全性の観点から行われない。
- エ. バーチャルリアリティの世界が、遠方の現実世界の情報を取り込むことによって、遠方の現実を再現する場合、レイグジスタンス、テレプレゼンスと呼ばれる。
- オ. バーチャルリアリティの世界を、現実空間に重畳することによって拡張された現実感を実現する技術を総称してホログラフィーと呼ぶ。

- (b) バーチャルリアリティの概念モデルとして、立方体状の構成に基づく説明が MIT から提案された。このモデルについての次の記述の中で、適切なでないものはどれか、記号で答えよ（ 2 ）。

【解答群】

- ア. **Autonomy** は、自律性であり、シミュレーションによる世界法則の内蔵の度合いを表している。
- イ. **Interaction** は、対話性であり、世界が言語的対話をどの程度実現しているかを表している。
- ウ. **Presence** は、臨場感であり、世界の表現がどの程度、臨場感の高いものであるかを表している。
- エ. AIP の立方体において、例えば、全天周のシアターは、**Presence** は達成しているが、世界の仕組みも、入力も備えないため、**Presence** だけを持つ頂点に位置づけられる。
- オ. 既存のゲームは AIP の立方体において、それぞれの要素をほどほどに持ち合わせているが、いずれも十分ではない。

第2問

以下は、味覚・嗅覚の情報伝達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) 味覚・嗅覚は (3) によって得られる感覚であり、(4) によって得られる視覚・聴覚・体性感覚とは異なる点が多に多い。味は、舌や上あご、喉の奥に存在する (5) の先にある味受容体に味物質が結合することで感知される。一方、匂いは (6) 内にある嗅細胞の受容体に匂い物質が結合することで感知される。

【3および4の解答群】

ア. 物理刺激 イ. 記憶の想起 ウ. 化学物質の刺激 エ. 断続的な刺激 オ. 快刺激

【5の解答群】

ア. 絨毛 イ. 味角 ウ. 迷走神経 エ. 粘膜 オ. 味蕾

【6の解答群】

ア. 糸球体層 イ. 嗅球 ウ. 鼻腔 エ. 気管 オ. 梨状皮質

- (b) 脳内で順々に処理されてきた味覚情報と嗅覚情報は、(7) に入力され、そこで多感覚処理されるとともに、好き嫌いを判断する扁桃体や記憶処理に深く関わる海馬に送られる。

【解答群】

ア. 内側膝状体 イ. 眼窩前頭皮質 ウ. 橋 エ. ブローカ野 オ. ウェルニッケ野

第3問

以下は、ヒトの空間の知覚に関する問題である。

(a) 三次元空間知覚について最も適切な説明は（ 8 ）である。

【解答群】

- ア. ヒトの網膜には厚みがあり、多くの細胞が奥行き方向に接続し光が浸透するために、奥行きの情報が保存され、抽出可能である。
- イ. 網膜像は二次元の広がりしか持たないが、そこに含まれるさまざまな奥行き手がかりを総合的に利用して奥行き情報を再構成している。
- ウ. 三次元空間知覚のほとんどは両眼立体視によって生じており、片方の眼の視力を失うと奥行きはほとんど知覚されない。
- エ. ヒトの水晶体の厚みを調節（accommodation）する筋の状態も奥行き知覚の手がかりとなり、20m程度までの距離であれば奥行き知覚に影響を及ぼす。
- オ. 対象を注視する際に生じる両眼の運動も奥行き知覚の手がかりとなり、主に前庭動眼反射による回旋性の眼球運動情報が有意に影響する。

(b) 両眼視差による立体視について最も適切な説明は（ 9 ）である。

【解答群】

- ア. 離れた位置にある2つの眼の網膜像は、対象の奥行きによって異なる像差が生じる。これらの両眼像差から奥行きを復元することによって両眼視差による立体視が成立する。
- イ. 左右眼の情報は、左右の脳のそれぞれに別れて入力されるので、左右の脳を分断された人は両眼視差による立体視をすることができない。
- ウ. ヒトは左右に目が2つ離れてあり、これらは常に1つの対象を向いて輻輳眼球運動する。そこで、対象までの距離によって左右の目がなす輻輳角度の差を利用して知覚するのが両眼視差による立体視である。
- エ. 両眼視差による立体視の特性を評価するために、特に、キャストシャドウ（cast shadow）画像と呼ばれる刺激を用いて知覚特性の評価が行われる。
- オ. 左右眼の距離を考慮して、異なる刺激をそれぞれの網膜に提示することが立体視においては重要であり、左右の刺激を入れ替えても奥行き知覚に影響はない。

(c) 絵画的奥行き手がかりについて最も適切な説明は（ 10 ）である。

【解答群】

- ア. 絵画的奥行き手がかりは、動的な調節・輻輳、運動視差、速度勾配と、静的な両眼視差、遮蔽、陰影などに分けられる。
- イ. 絵画的奥行き手がかりは、人の思いこみによって生じるので、個人差が大きく、安定しない。ただし、ヒトやサルのような系統発生的に高度な動物においてのみ見られる手がかりであり、複雑な処理を必要とする。
- ウ. 絵画的奥行き手がかりは単眼性であり、網膜像に含まれる遠近法、テクスチャ勾配、遮蔽、陰影などである。
- エ. 絵画的奥行き手がかりにより、絵画の内容にかかわらず網膜像における対象サイズの大小関係はそのまま知覚される。
- オ. 絵画的奥行き手がかりの中でも、遠近法による手がかりはベクション (vection) と呼ばれる。

(d) 陰影からの形状復元について最も適切な説明は（ 11 ）である。

【解答群】

- ア. 陰影からの形状復元は、複数の物体の間の奥行き関係を知覚するのに最も役立つ手がかりであり、コンピュータグラフィックスにおいても、対象から少し離れたところに影を置くことで、対象を浮き上がらせて知覚させることなどに利用されている。
- イ. 物体表面のテクスチャによって投射光の反射率が異なることを脳が利用して形状を再構築するのが陰影からの形状復元である。さらに、テクスチャは均等であるという自然制約条件 (natural constraint) が用いられていると言われている。
- ウ. 物体表面の輝度の変化から、光源に対する表面の傾きを計算・復元するのが陰影からの形状復元である。さらに、光源は観察者の上方にあるという自然制約条件を活用して凸凹の曖昧性解決を行い、最終的な奥行きが知覚される。
- エ. 陰影からの形状復元は、光源位置が決まらない場合、凹凸の判定が曖昧となるが、自然制約条件を活用することで奥行きが知覚されるという知覚理論で全て説明できる。
- オ. 物体の明るさは大きさの恒常性と同じように知覚の恒常性が保たれているため、陰影による奥行き手がかりは他の手がかり要素に比べて影響が大きい。

(e) 運動視差について最も適切な説明は (12) である。

【解答群】

- ア. 狭義には頭部運動にともなう生じる網膜像の変化を運動視差と言い、注視点より手前は頭部と逆方向に、遠くは同方向に、網膜上で生じる運動像差である。頭部を運動させながら、適切に連動した運動視差を単眼で観察すると静止した奥行きが知覚される。
- イ. 運動視差は、両眼が左右に離れていることによって生じる網膜像の速度差のことである。この速度差を定量的に操作することで、奥行き方向に運動する物体の知覚を生じさせることができる。
- ウ. 運動視差は、頭部の回転によって生じる網膜上の平行な光流動のことである。したがって、奥行きの知覚は静止して観察するよりも、頭部を左右に回転させて観察する方が精度が高くなることが報告されている。
- エ. 運動視差は、眼球や頭部運動により生じる網膜像のブレを補正し、静止して知覚される位置の恒常性が保たれなくなった時に生じる錯覚現象である。
- オ. 運動視差による奥行き知覚では、両眼が左右に離れて異なる運動をすることによって生じる網膜像の速度差が重要な手がかりとなるが、この速度差を定量的に操作することは難しい。

第4問

以下は、深部感覚に関する設問である。() に最も適するものを解答群の中から選び、記号で答えよ。

深部感覚は、四肢相互の位置関係、四肢の動き、四肢に加わる力などを検出する。深部感覚の受容器は (13) と呼ばれる。(13) には、(14)、(15)、関節受容器がある。(14) は、(16) に感覚神経と運動神経が接続した構造をしている。(14) の両端は (17) に付着している。(14) は、(16) の長さを調節することにより、筋肉の伸張・収縮情報を適切に受容する。筋肉の伸張・収縮に対する (14) と (15) の反応は異なっており、相補って深部感覚情報を精密に伝えることができる。

【13 の解答群】

- ア. 深部受容器 イ. 固有受容器 ウ. 触覚受容器 エ. 侵害受容器 オ. 化学受容器

【14 の解答群】

- ア. マイスナー小体 イ. ルフィニ腱器官 ウ. 筋紡錘 エ. 筋線維 オ. ゴルジ腱器官

【15 の解答群】

- ア. ゴルジ腱器官 イ. メルケル腱器官 ウ. 毛包受容器 エ. 筋紡錘 オ. 筋原線維

【16 の解答群】

- ア. 神経線維 イ. 錘外筋線維 ウ. 遠心性線維 エ. 錘内筋線維 オ. 求心性線維

【17 の解答群】

ア. 求心性線維 イ. 錘内筋線維 ウ. 筋原線維 エ. 遠心性線維 オ. 錘外筋線維

第5問

以下は、皮膚機械受容単位と触2点閾に関する設問である。() 内に最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

- (a) 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(18) I型単位 (FAI)、(18) II型単位 (FAII)、(19) I型単位 (SAI)、(19) 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(20)。

【18および19の解答群】

ア. 即順応 イ. 遅順応 ウ. 速適応 エ. 遅適応 オ. 速順応

【20 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

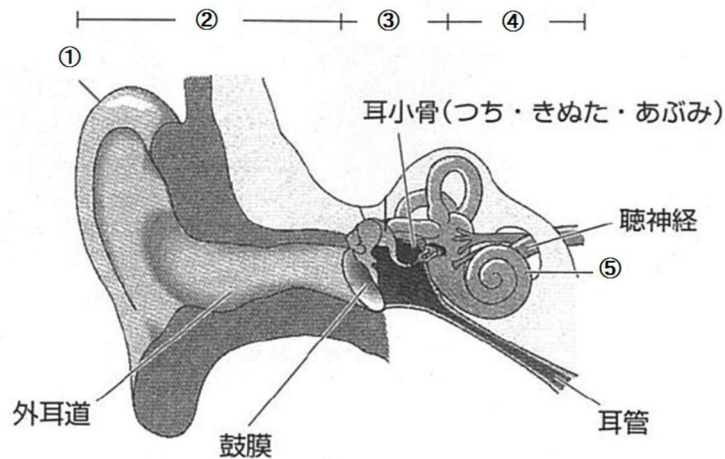
- (b) 触2点閾は、皮膚上の2点を同時刺激し、それが2点に感じられる最小距離のことである。触2点閾を測定してみると、手指や口唇、舌などで小さく、上腕、背、腹、大腿などで大きくなっている。触2点閾の小さな部分からの情報を受け取る大脳皮質体性感覚野の面積は相対的に(21)、触2点閾の大きな部分からの情報を受け取る大脳皮質体性感覚野の面積は相対的に(22) になっている。

【21および22の解答群】

ア. 広く イ. 狭く ウ. 長く エ. 短く

第6問

以下は、聴覚に関する設問である。次の図に関する以下の問いに答えよ。



(a) 図の①～⑤の名称の組み合わせとして次の解答群で正しいものは (23) である。

【解答群】

- ア. ①蝸牛 ②外耳 ③耳介 ④内耳 ⑤中耳
- イ. ①耳介 ②外耳 ③中耳 ④蝸牛 ⑤内耳
- ウ. ①耳介 ②外耳 ③中耳 ④内耳 ⑤蝸牛
- エ. ①外耳 ②中耳 ③耳介 ④内耳 ⑤蝸牛
- オ. ①外耳 ②耳介 ③内耳 ④中耳 ⑤蝸牛

(b) 図の①～⑤の説明として次の解答群で正しいものは (24) である。

【解答群】

- ア. ①は進化の過程での名残の器官にすぎず聴覚において特に機能は担っていない。
- イ. ②には鼓膜に音を伝える外耳道がふくまれ、それは広帯域にわたり平坦な伝達特性をもつ。
- ウ. ③には耳小骨とホース (hose) 状の半規管が含まれる。
- エ. ④には⑤の器官のみが含まれ、音を神経信号に変換している。
- オ. ⑤の中に埋め込まれた電極列から聴神経に直接情報を入力する技術が確立している。

(c) 聴覚の空間定位に寄与するある種のフィルタ (filter) として機能しているのは図の①～⑤のうちどれか。次のア～オから選べ (25) 。

【解答群】

- ア. ①
- イ. ②
- ウ. ③
- エ. ④
- オ. ⑤

第7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) 米国継承英和辞典(The America Heritage Dictionary)の第3版では、バーチャルとは、「Existing in(26) though not in actual (27)」と定義されている。

【26 および 27 の解答群】

- ア. fact or form イ. phenomenon or event ウ. essence or effect
エ. structure or system オ. design or art

- (b) 「(28)」「(29)」「(30)」の3つを兼ね備えたものが理想的なバーチャルリアリティシステムである。「(28)」とはコンピュータ (computer) が生成した立体的な視覚空間、聴覚空間が人間の周りに広がることである。立体視可能な映像は「(28)」を備えているが、視聴者が映像に回り込もうとした場合にそれは出来ず、増して見ている物体を触ったり別なところに動かしたりすることは出来ない。つまり、「(29)」「(30)」が欠けているのである。一方、家庭用のコンピューターゲーム (computer game) では「(29)」はあるが、ディスプレイ (display) を見ているだけでは「(28)」を実現できない。また、自分とコンピュータの生成した環境が深さ、方向いづれにおいても矛盾無くシームレス (seamless) につながって、あたかも自分がその環境に入り込んだかのような状態を実現する「(30)」は存在しない。

【28～30 の解答群】

- ア. 社会性 イ. 自己投射性 ウ. エンタテインメント (entertainment) 性
エ. 3次元の空間性 オ. 実時間の相互作用

第8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) 視覚と聴覚の相互作用に関する次の記述のうち、適切でないものは (31) である。

【解答群】

- ア. モダリティ間相互作用のうち、視覚と聴覚のものについて最も詳細に検討が進んでいる。
- イ. ダブルフラッシュエフェクト (double flash effect) は、ピッピッというトーンパルスによって、物理的には連続した視覚刺激が断続してチカチカと瞬いて見える現象である。
- ウ. ~~触覚~~視覚と聴覚のタイミングが 200ms 以上ズレると、腹話術効果 (ventriloquism effect) はほぼ消失する。
- エ. 一般に視覚系は時間精度が高く、聴覚系は空間精度が高い。
- オ. マガーク効果 (McGurk effect) は、言語音声の知覚が口唇の形状など視覚情報の影響を強く受けることを示している。

- (b) 体性感覚とその他のモダリティの相互作用に関する次の記述のうち、最も適切なものは (32) である。

【解答群】

- ア. シュード・ハプティクス (pseudo haptics) は、触覚が体性感覚に影響を与える現象である。
- イ. 視覚や聴覚は、物体表面のテクスチャの触覚に影響を及ぼす。
- ウ. 身体の動きや情動によって高次の視覚や体性感覚が影響を受ける。
- エ. 身体の動きがある時には空間知覚の精度は影響を受けないことが分かっている。
- オ. 高次機能は情動によって影響を受けない。

- (c) 記憶の特性を示す二重貯蔵モデル (dualstorage model) では、記憶内容の保持期間によって短期貯蔵庫と長期貯蔵庫の2種類の記憶が存在すると考える。短期貯蔵庫は、情報処理の観点から捉えた場合、(33) 記憶と呼ばれる。また、長期貯蔵庫にあてはまる記憶のうち、スキル (skill) を身につけることを (34) 記憶と呼ぶ。

【33 および 34 の解答群】

- ア. 意味 イ. 概念 ウ. 手続き エ. 作動 オ. 情動

第9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。

- (a) バーチャルリアリティ生成のための基本構成について、最も適切な記述は（ 35 ）である。

【解答群】

- ア. バーチャルリアリティシステムでは、人間の感覚の強度を計測するため、運動系の出力を生成する。
- イ. 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、ものを操作したときの人間の入力を保存しておき、人間が区別可能な一定時間後に物の運動を表示する。
- ウ. バーチャルリアリティシステムでは、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。
- エ. バーチャルリアリティシステムでは、人間の感覚入力を模擬するために、それぞれの感覚に対応したディスプレイ (display) を用いる。
- オ. バーチャルリアリティシステムでは、システムの構成要件として入力システムとシミュレーションシステムの重要度は高いが、出力システムに関してはそれほど高くはない。

- (b) バーチャルリアリティのインタフェース (interface) 方式についての以下の記述の中で、最も適切でないものは（ 36 ）である。

【解答群】

- ア. バーチャルリアリティにおける操作は、デスクトップメタファ (desktop metaphor) を 3 次元に拡張することが基本的な設計方針である。
- イ. バーチャルリアリティでは、ユーザ (user) は、生成された 3 次元空間の中に入り込んでインタラクション (interaction) を行うので、操作方法を新たに学習する必要がない。
- ウ. バーチャルリアリティのインタフェース (interface) は、空間型であり、通常の実空間での操作と相似な操作を前提として作られる。
- エ. バーチャルリアリティのインタフェースは、3 次元空間の体験をする際に、感覚を通して直観的に状況を理解できる点で優れている。
- オ. バーチャルリアリティのインタフェースは、通常のインタフェースにつきものの記号的恣意性を本質的には必要としない。

- (c) バーチャルリアリティは、計算機のヒューマンインタフェースとして見た場合、従来のものとは異なっている。これについて、最も適切な記述は（ 37 ）である。

【解答群】

- ア. バーチャルリアリティは、ユーザが生成された世界に入り込んで利用するので、没入感はあまり重要ではない。
- イ. バーチャルリアリティは、生成された世界とユーザが対面することにより、その利便性が利用されるので第三人称的關係といえる。
- ウ. バーチャルリアリティは、生成された世界に、コマンド（command）を対話的に送ることにより、その性能を引き出すことができる。
- エ. バーチャルリアリティは、ユーザが生成された世界に入り込んで利用するので、第一人称的体験といえることができる。
- オ. バーチャルリアリティが、可視化に力点をおいたシミュレーション技術であるという従来の認識は間違いである。

第10問

以下は脳神経活動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。

脳活動計測の方法には、脳の神経活動によって生じる微小な磁場を計測する（ 38 ）や、神経活動によって現れる血流量の増加などに伴って脳の局所の酸素濃度が変化するのがその信号（BOLD 信号）を計測する（ 39 ）などがある。（ 38 ）は（ 39 ）に比べて（ 40 ）という特徴がある。

【38 および 39 の解答群】

- ア. PET（ポジトロン断層法） イ. fMRI（機能的磁気共鳴画像） ウ. EEG（脳電図）
エ. NIRS（近赤外分光法） オ. MEG（脳磁図）

【40 の解答群】

- ア. 空間解像度が高く、時間解像度も高い
イ. 空間解像度が低く、時間解像度も低い
ウ. 空間解像度が高く、時間解像度は低い
エ. 空間解像度が低く、時間解像度は高い
オ. 空間解像度も時間解像度も同程度である

第11問

以下は、体性感覚ディスプレイに関する問題である。下記の文章において、()に最も適するものを解答群の中から選び、記号で答えよ。

皮膚感覚呈示装置を開発する際には空間分解能の目安として使われる指標である(41)に基づいて、刺激装置の密度を決めることとなる。皮膚感覚受容器を刺激する方法としては、(42)や(43)を用いたものなどがある。(42)は、携帯電話に入っているような偏心おもりがついたモータ(motor)やボイスコイル(voice coil)のアレイ(array)によって構成され、主に腕や背中など比較的2点弁別閾が大きい場所で使われる。一方指先などの2点弁別閾が数ミリの小さい場所では、ピエゾ(piezo)素子の振動をてこを使って拡大することでピン(pin)アレイのピンを駆動する方式や、(43)ノズル(nozzle)アレイを用いて刺激を行うことが行われている。特に(43)ノズルアレイでは、皮膚の圧覚が(44)性質を利用することで、ノズルの直径が小さい場合は圧迫ではなく吸引によっても圧覚呈示が可能となっている。また、そのノズルの直径によっても刺激される感覚受容器を(45)に刺激できることがわかってきている。

【41の解答群】

- ア. 閾値 イ. 2点弁別閾 ウ. 1点弁別閾 エ. 3点弁別閾 オ. 5点弁別閾

【42の解答群】

- ア. 磁気 イ. 電熱線 ウ. 振動子 エ. センサ(sensor) オ. 赤外線

【43の解答群】

- ア. 空気圧 イ. 油圧 ウ. 大気圧 エ. 電圧 オ. 水圧

【44の解答群】

- ア. 応力の向きとひずみの大きさに比例する
イ. 応力の向きではなくひずみの大きさに比例する
ウ. 応力の向きではなくひずみの大きさに反比例する
エ. 応力の大きさではなくひずみの向きに反比例する
オ. 応力の向きとひずみの大きさに反比例する

【45の解答群】

- ア. 大雑把に イ. 網羅的 ウ. 選択的 エ. 集中的 オ. 拡散的

第12問

以下は、前庭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。

車や飛行機のような乗り物を想定した前庭感覚ディスプレイでは、ユーザを動かすためのシートをアクチュエータによって並進あるいは回転させる機構をもたせる。実際の加速度の提示では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わけ、過渡的な部分を(46)によって提示し、定常的な成分は(47)によって提示し、合成加速度として提示したい加速度全体を示す。

【46 および 47 の解答群】

ア. 磁場 イ. アクチュエータ ウ. 身体を傾けること エ. ピンアレイ オ. スピーカ

第13問

以下は、心理的測定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。

バーチャルリアリティにおいては、心理状態の測定手法は、意思をシステムに伝える(48)として用いられ、脳活動から意思・意図を推定することで、所定の機器を操作することができるシステムを指す。侵襲計測を用いた方法では、脳の部位と機能の関係がわかっているため、その部位の神経活動を直接的に計測することにより、意図・意思を推定できる。例えば運動は運動出力部位の最終部位である(49)の活動から、運動の方向、筋肉の活動などが推定できる。また、脳波を使った場合では、運動に関連した信号が検出できる(50)を用いて、カーソルを動かす方法が提案されている。

【48 の解答群】

ア. 出力インタフェース イ. モーションキャプチャ ウ. ハードウェアインタフェース
エ. 筋電インタフェース オ. 入力インタフェース

【49 の解答群】

ア. 海馬 イ. ブローカ野 ウ. ウェルニッケ野 エ. 一次運動野 オ. 視覚野

【50 の解答群】

ア. ベータ波 イ. アルファ波 ウ. ミュー波 エ. ガンマ波 オ. シータ波

第14問

以下は、視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。

視覚ディスプレイは、バーチャル空間の奥行きとその広がり、個々の物体の色や形、材質感などVR空間を把握するための情報を映像として与えてくれる。視覚ディスプレイは視覚の受容器である目に入射する(51) を人工的に作り出した(51) と置き換えることで実現されるが、(52) による空間の奥行き手がかりに加えて、(53) を含めた広い領域への映像の呈示によって、空間への没入感が高まる。

【51 の解答群】

ア. 音波 イ. 光線 ウ. 振動 エ. 概念 オ. 物体

【52 の解答群】

ア. 立体音響 イ. 3次元モデリング ウ. 手指 エ. 前庭覚 オ. 立体視

【53 の解答群】

ア. 中心視野 イ. 仰角 ウ. 周辺視野 エ. 俯角 オ. 立体角

第15問

以下は味覚・嗅覚ディスプレイに関する問題である。(a) (b) の間に答えよ。

(a) 味覚ディスプレイの仕組みとして間違っているものは次の解答群の(54) である。

【解答群】

- ア. 電気刺激を利用しない限り、現状の味覚ディスプレイは任意の味を合成する仕組みと、感覚受容器である舌と味物質との接触を作り出す仕組みの2つが必要である。
- イ. 五つの基本味の組み合わせによって、ある程度の種類の味を合成することが可能である。
- ウ. 五つの基本味に対応した物質が特定されており、それらの濃度によって味を合成することが可能である。
- エ. 味を感じる器官は主に舌であり、舌と味物質の接触は舌の上に何らかの装置を設置することによって実現できる。
- オ. 味物質を舌に接触させる機構には、抗菌作用のある部材を用いれば特別な衛生管理なしに実現することができる。

(b) 以下は嗅覚ディスプレイに関する問題である。() に最も適する解答の組み合わせは、次の解答群の (55) である。

嗅覚ディスプレイには鼻の前にチューブを配置し、匂い物質の (a) や (b) をする HMD 的発想の方法や (c) の原理を使って遠隔地から匂い物質の塊を鼻に当てる方法が提案されている。

【解答群】

- | | | | |
|----|--------|--------|---------|
| ア. | (a) 気化 | (b) 液化 | (c) 掃除機 |
| イ. | (a) 輻射 | (b) 拡散 | (c) 空気砲 |
| ウ. | (a) 排気 | (b) 凝固 | (c) 掃除機 |
| エ. | (a) 拡散 | (b) 排気 | (c) 空気砲 |
| オ. | (a) 気化 | (b) 拡散 | (c) 掃除機 |

第16問

以下は神経系への直接刺激を用いたディスプレイに関する問題である。記述として間違えているものは次の解答群の (56) である。

【解答群】

- ア. 神経に電極を接続する方法は手術を必要とするため VR インタフェースを実用化する上でボトルネックが存在する。
- イ. 体内に埋め込んだ電極は定期的に電力の供給をする必要があるので必ず取り出せるようにしなければならない。
- ウ. 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手術が必要ない代わりに狙った神経だけを刺激するには工夫が必要である。
- エ. 神経への直接刺激には同じ刺激を与えた場合でも個人によって知覚される感覚に差が生まれる。
- オ. 人間の身体は感覚受容器によって物理信号を電気信号に変えて神経系を通じて脳などに伝達しているので、神経系を直接刺激する方法は原理的にはすべての感覚を電気刺激で生起できる可能性を持っている。

第17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。()に最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

- (a) 変形とは、外力により物体表面や内部に移動、つまり (57) が生じる状態をいう。一般に、変位が微小であれば、物体は (58) を示す。

【57の解答群】

ア. 変位 イ. 粘性 ウ. 摩擦 エ. 塑性 オ. 破壊

【58の解答群】

ア. つり合い イ. 過渡運動 ウ. 弾性変形 エ. 振動 オ. 塑性

- (b) (59) モデルは、物体を3角形要素などの集合として表現し、各要素に成り立つ支配方程式の重ね合わせにより得られる連立方程式を解いて、弾性論に基づいた物体変形を表現するモデルである。

【解答群】

ア. 有限要素 イ. バネ質点 ウ. バネダンパ エ. 変形 オ. ポリゴン

- (c) 弾性の説明として最も適切なものは (60) 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、各部分の速度を一様化する応力が現れる性質をいう。
ウ. 弾性とは、外力によって物体内部に生じる力のことをいう。
エ. 弾性とは、作用する外力を取り去ると変形が元に戻る性質をいう。
オ. 弾性とは、作用する外力を取り去っても変形が元に戻らない性質をいう。

(d) 変形シミュレーションについて、間違っているものは (61) である。

【解答群】

- ア. バネ質点モデルは、物体を質点と質点間を結ぶバネで表現し、各質点の運動を解いて物体変形を表現するモデルである。
- イ. 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。
- ウ. 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がある。
- エ. 物体に生じるひずみの大きさによらず，応力とひずみには線形の関係がある。
- 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18問

以下は，3次元音空間の聴覚レンダリング（rendering）とモデル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) 音場再現モデルに基づいたレンダリング手法としては（ 62 ）法や音場直接合成法が挙げられる。

【解答群】

ア. 音像定位伝達関数合成 イ. 立体分割 ウ. 両耳伝達 エ. ドプラ効果 オ. 境界要素

(b) 音の伝搬速度を一定とすると，自由音場では音源から受聴位置までの距離に応じた（ 63 ）と（ 64 ）をレンダリングする必要がある。

【63の解答群】

ア. 拡散 イ. 早さ ウ. 温度 エ. 周波数 オ. 遅延

【64の解答群】

ア. 反射 イ. メロディ（melody） ウ. 減衰 エ. 早さ オ. 低周波数

(c) 高周波数をレンダリングする際，距離減衰以外にも，（ 65 ）による減衰を考慮する必要がある。

【解答群】

ア. 反射波 イ. 回折 ウ. 後部残響 エ. 空気吸収 オ. 拡散

(d) 音響レンダリングモデルについて間違っているものは (66) である。

【解答群】

- ア. 幾何音響理論では音の波動性が考慮されており、低周波数での精度も高い。
- イ. 初期反射音と後部残響音が別々にレンダリングされた場合には、聴覚上違和感がないように接続する必要がある。
- ウ. 音源や聴取点が移動する場合には、ドプラ効果 (Doppler effect) をレンダリングするのが望ましい。
- エ. 回折現象の周波数特性は、低域通過型である。
- オ. 後部残響音では、反射波の密度が上昇するため到来する波面の方向性が弱まる。

第19問

以下は、バーチャルリアリティシステムにおける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) バーチャルリアリティは体験を目的とするため、体験者の (67) 特性と体験内容を考慮して必要な情報をモデリングすることになる。物の色は波長ごとの (68) 率に依存するが、ヒトの網膜は光のスペクトルを (69) 種類の錐体細胞でとらえるため、各錐体細胞に対応する (69) つの (68) 強度だけでモデルを済ませられる。

【67の解答群】

- ア. 記憶 イ. 感覚 ウ. 性格 エ. 行動 オ. 遅延

【68の解答群】

- ア. 干渉 イ. 回折 ウ. 弾性 エ. 反射 オ. 共鳴

【69の解答群】

- ア. 2 イ. 3 ウ. 5 エ. 7 オ. 11

- (b) 物体表面の輝度計算の1つに (70) 計算がある。(70) 計算は物体表面の材質や面の向きによって変化する輝度を計算する。この (70) 計算に用いられる代表的なモデルでは、(71) 成分、(72) 成分、(73) 成分がある。(71) は、物体表面の反射率が視点や光源の方向によらず一定と仮定した場合の反射光であり、(72) は金属表面のように、視点や光源の位置によって輝度が増減する指向性のある反射光を表す。(73) を厳密に求めるためには、高度かつ高コスト (cost) な計算が必要となるため、多くの場合、定数値とした近似表現が行われる。

【70 の解答群】

- ア. Zバッファ イ. 透視変換 ウ. シェーディング
エ. ナビエ・ストークス オ. シャドウイング

【71～73 の解答群】

- ア. 拡散反射光 イ. 鏡面反射光 ウ. 環境光 エ. 回折光 オ. 透過光

第20問

以下は、流体のシミュレーション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) 煙や水、炎などをシミュレーションする際、非圧縮性ナビエ・ストークス方程式を用いて得られる解は、(74) および (75) の分布のみである。

【74 の解答群】

- ア. 密度 イ. 粘性係数 ウ. 温度 エ. 速度 オ. 応力

【75 の解答群】

- ア. 圧力 イ. 透磁率 ウ. 摩擦係数 エ. 慣性モーメント オ. 弾性係数

- (b) 非圧縮性ナビエ・ストークス方程式においては流体は非圧縮であるため、微小体積中の流体の流入量と流出量が等しくならなければならない。この条件を満たすための式は (76) である。ただし、 \mathbf{u} は流体中の任意の一点における速度とする。

【解答群】

- ア. $\nabla \mathbf{u} = \mathbf{0}$ イ. $\nabla \cdot \mathbf{u} = 0$ ウ. $\nabla \times \mathbf{u} = \mathbf{0}$ エ. $\nabla^2 \mathbf{u} = \mathbf{0}$ オ. $\nabla \times (\nabla \times \mathbf{u}) = \mathbf{0}$

以上

お詫び

本試験において、設問 31 の選択肢ウにおいて「視覚と聴覚」とすべきところを「触覚と聴覚」とする誤植がありました。深くお詫び申し上げますとともに、該当する設問については全員正解として採点させていただきました。