

問1 以下は、実世界モデリング (real-world modeling) およびモデル化処理 (modeling process) 技術に関する問題である。() に最も適するものを解答群から選択せよ。

(1.1) 位置合わせ手法として最もよく知られる ICP (Iterative Closest Point) 法の説明として間違っているものは (a) である。

【a の選択肢】

1. 各々の部分形状データ (partial shape data) 間の対応点を探索して誤差が最小になるように移動させる。
2. 繰り返し計算によって最適解を求める。
3. 与える初期位置によっては解が発散する場合がある。
4. 2 枚ずつ位置合わせしていくと誤差の蓄積が問題となる。

(1.2) 部分形状データの統合処理として間違っているものは (b) である。

【b の選択肢】

1. 統合とは複数の部分形状データの重複領域を取り除いて一つのメッシュデータ (mesh data) を生成する処理である。
2. Zipper 法は部分形状データ間の境界部分を繋ぎ合わせることによって一つのメッシュデータを生成する。
3. ボリュームメトリック (volumetric) 法では、部分形状データの境界部分で不規則なパッチ (patch) が生成されてしまうことがある。
4. マーチングキューブ (marching cubes) 法によって、符号付き距離場は一元化されたメッシュモデル (mesh model) に変換される。

問2 各文はレンジセンサの方式や 3 次元モデルを構築する手法を説明したものである。() に最も適するものを解答群から選択せよ。

(2.1) センサ (sensor) から発せられた光 (パルスレーザ (pulse laser)) が、対象物体の表面に当たって跳ね返ってくるまでの時間から距離を計測する方式は (a) である。

【a の選択肢】

1. SLAM
2. SHIFT
3. 光切断法
4. 受動型ステレオ法
5. 飛行時間法

(2.2) コード化されたパターン（coded-pattern）を対象物体に投影し，投影された面または線を識別して視線との交点から距離を求める方式は（ b ）である。

【b の選択肢】

1. SLAM
2. SHIFT
3. 光切断法
4. 受動型ステレオ法
5. 飛行時間法

(2.3) 異なる位置から撮影した 2 枚の画像中で，同一点が撮影された画素位置から，二つの視線の交点を求めることによって 3 次元座標を得る方式は（ c ）である。

【c の選択肢】

1. SLAM
2. SHIFT
3. 光切断法
4. 受動型ステレオ法
5. 飛行時間法

(2.4) カメラ画像や LIDAR などの深度カメラから得た深度画像により周囲環境の 2 次元ない

しは 3 次元構造を復元して環境地図を作成し、カメラの 3 次元位置や運動の軌跡を取得する技術は（ d ）である。

【d の選択肢】

1. SLAM
2. SHIFT
3. 光切断法
4. 受動型ステレオ法
5. 飛行時間法

問 3 以下は、マッピング（mapping）に関する問題である。（ ）に最も適するものを解答群から選択せよ。

(3.1) カラー画像を形状モデルにマッピング（mapping）する際には、カメラの幾何特性として画像中心、スキュー（skew）、アスペクト（aspect）比、（ a ）の 5 つの内部パラメータ（parameter）を求める必要がある。外部パラメータは 3 次元空間中の回転移動と平行移動を表す 6 つのパラメータで表される。これら 11 個のパラメータは、形状モデル上の頂点と、同一点を計測しているカラー画像上の対応点が少なくとも（ b ）点あれば求めることができる。

【a の選択肢】

1. 輻輳角
2. 被写界深度
3. 焦点距離
4. ISO 感度
5. 絞り値（F 値）

【b の選択肢】

1. 4
2. 5
3. 6

4. 7

5. 11

問 4 以下は、複合現実感の分野において重要とされるトラッキ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択せよ。

(4.1) 一般に、カメラ (camera) を用いる拡張現実システムにおいて、カメラの (a) をリアルタイムに計測することをトラッキングと呼ぶ。トラッキングは、例えば屋内に設置したカメラで撮像系に取り付けたマーカ位置を検出するような (b) 方式と、慣性センサを撮像系に取り付けて自身の位置を検出するような (c) 方式、およびそれらのハイブリッド (hybrid) 方式に分けられる。近年は、撮像系のカメラ自体を用いるカメラ方式が主流である。近年はさらに (d) などの特殊なカメラを用いてより高精度なトラッキングを実現できるようになりつつある。また、通常の RGB 画像に対して (e) を用いてマーカレス (markerless) で直接被写体の動きを計測するような手法も開発されている。

【a の選択肢】

1. 内部パラメータ (intrinsic parameters)
2. 外部パラメータ (extrinsic parameters)
3. 画像歪み (image distortion)
4. 画角 (field of view)

【b の選択肢】

1. インサイドアウト (inside out)
2. ボトムアップ (bottom up)
3. アウトサイドイン (outside in)
4. トップダウン (top down)

【c の選択肢】

1. インサイドアウト (inside out)

2. ボトムアップ (bottom up)
3. アウトサイドイン (outside in)
4. トップダウン (top down)

【d の選択肢】

1. サーマルカメラ (thermal camera)
2. デプスカメラ (depth camera)
3. 紫外線カメラ (ultraviolet camera)
4. 微速度カメラ (low-speed camera)

【e の選択肢】

1. マーチングキューブ (marching cubes)
2. ディープラーニング (deep learning)
3. ブロブ解析 (blob detection)
4. 再投影 (re-projection)

問 5 以下は拡張現実 (Augmented Reality : AR) システムにおいて実世界に情報提示を行う手法に関する文章である。() に最も適するものを解答群から選択せよ。

(5.1) 頭部装着型ディスプレイなどを用いた拡張現実 (AR : Augmented Reality) システムの構成方法として、ビデオ映像をキャプチャすることでコンピュータ上において (a) と Computer Graphics (CG) の合成を行うビデオ透過式 AR と、実環境において (b) などの透過型光学系によって実環境からの光線情報と画像提示装置から出力された CG の合成を行う光学透過式 AR がある。

【a の選択肢】

1. アーカイブ映像
2. トラッキングデバイス
3. カメラ映像

4. ハーフミラー
5. 表示素子

【b の選択肢】

1. 減光フィルタ
2. ハーフミラー
3. ペンタプリズム
4. 液晶シャッター
5. 偏光素子

問 6 以下は、HMD の時間遅延についてである。（ ）に最も適するものを解答群から選択せよ。

(6.1) システム全体の遅延には、（ a ）の遅延（物理的な位置姿勢が変化してからシステムで計測されるまでの時間）、（ b ）の遅延（アプリケーション特有のさまざまな処理の実行時間）、（ c ）の遅延（新しい画像を生成するのにかかる時間）、（ d ）の遅延（HMD に画像を表示するのにかかる時間）が含まれるのが一般的である。（ a ）～（ d ）を足し合わせた総合的な遅延を（ e ）の遅延と呼ぶこともある。

【a の選択肢】

1. アプリケーション
2. トラッキングシステム
3. ディスプレイ
4. 画像生成
5. Motion-to-Photon

【b の選択肢】

1. アプリケーション
2. トラッキングシステム

3. ディスプレイ
4. 画像生成
5. Motion-to-Photon

【c の選択肢】

1. アプリケーション
2. トラッキングシステム
3. ディスプレイ
4. 画像生成
5. Motion-to-Photon

【d の選択肢】

1. アプリケーション
2. トラッキングシステム
3. ディスプレイ
4. 画像生成
5. Motion-to-Photon

【e の選択肢】

1. アプリケーション
2. トラッキングシステム
3. ディスプレイ
4. 画像生成
5. Motion-to-Photon

問 7 以下はテレイグジスタンス（telexistence）手法に関する文章である。

(7.1) 拡張型トレイグジスタンスに関する次の説明のうち最も適切なものは（ a ）である。

【a の選択肢】

1. 異型のいろいろの形状のロボットにトレイグジスタンスをするためのマスターシステムとして、それぞれの形状に合わせたものを利用する場合、ソフトウェア（software）の工夫が必要であるが汎用性に富む。
2. マイクロ（micro）トレイグジスタンスの応用について、マイクロ世界をそのまま拡大することで作業を遂行しやすくなる。
3. 一对多の拡張トレイグジスタンスとは、管理制御された複数のロボットのうち一台だけを順番にトレイグジスタンスする手法である
4. 感覚を拡張するトレイグジスタンスの応用例として、X線をとらえるセンサをロボットにとりつけ人間に提示することで、危険な状況を避けながら作業を行うことがあげられる。
5. 宇宙にロボットを配置した場合などに問題となる時間遅れは、1s 程度では直接の制御に対して問題にならない。

(7.2) 身体スケールの異なるロボットにトレイグジスタンスする際には、世界に対する違和感を感じることがある。視点の高さが 1/2 のロボットを用いる場合に感じる違和感として最も正しくないものは（ b ）である。

【b の選択肢】

1. 周辺の物体の堅さが変わったように感じる。
2. 世界の重力が 2 G になったように感じる。
3. 自身の身長が 1/2 になったように感じる。
4. 世界の寸法が 2 倍になったように感じる。
5. 転倒する速度が $\sqrt{2}$ 倍になったように感じる。

(7.3) 臨場感と存在感に関する説明で、最も誤っているものを 1 つ解答群から選択せよ。

【c の選択肢】

1. 臨場感はシステム（system）の使用者に提供される感覚であるのに対して、存在感はシ

システムを利用している人の周りの人が、そのシステムを利用している人に対していただく感覚のことである。

2. 周りにいる人に何らかの影響を与える可能性が大きいものほど存在感が高い。
3. 存在感は実際の場に身をおいているような感覚であり、臨場感は人や物が確かな存在であると感じる感覚のことである。
4. インタラクション（interaction）の可能性の程度や効果の高いものほど存在感がある。
5. 臨場感とは、視覚、聴覚、触覚、嗅覚、味覚、前庭感覚など、すべてがそろってこそ理想的である。

(7.4) ロボットを介したコミュニケーションにおいても、人同士と同様に相互認識のインタラクションが生じる。以下の説明で最も誤っているものを1つ解答群から選択せよ。

【d の選択肢】

1. 人と人が対話するときには顔や身体の向きや手足の動きを観察することによって対話者が次に何をしようとしているかを予測することが出来る。この予測に基づいて早めに自分の行動を準備することによって、円滑な相互行動が可能となる。
2. 歩行のすれ違いは予期動作の一環であるため、すれ違い時の相互距離はすれ違う対象への予期に左右される。その距離は予期しやすい対象とは近く、予期しがたい対象とは遠くなる。これは対人心理的距離（Interpersonal psychological distance）が表出される一例である。
3. 移動を伴わない場合でも対人心理的距離（interpersonal psychological distance）は常時機能しており、移動の際の自由度によって表出される。
4. 歩行の意思決定は意識上でなされるが、繰り返し動作としての歩行動作の生成は意識下で行われるため、すれ違い距離の変更は無意識の応答としてなされる。
5. 歩行のすれ違い時の挙動もこうしたインタラクションの一環であるため、移動するロボットアバターに顔や手の動きが表現されていない場合、予期によるすれ違い距離に変化は生じない。

(7.5) 「臨場感」について以下の説明で最も正しくないものは（ e ）である。

【e の選択肢】

1. 運動を伴わない時には生じない.
2. リアリティの一部としての世界像形成にまつわる感覚である.
3. 異なる感覚間（マルチモーダル）の関係性によって強く認識される.
4. 「今、その場に（私が）臨んでいる」という感覚として表現される.
5. 感覚情報の遅れや誤りを補正する予測情報処理に関係しており、「予測と実測の差」としての違和感の検出によって損なわれる.

問 8 以下は、トレイグジスタンスに関する問題である。（ ）に最も適するものを解答群から選択せよ.

(8.1) 1950 年ごろまでのテレオペレーション技術は（ a ）を中心に研究されていたが、手先の仕事のみ遠方ですという限られた状況に限定されていた。1960 年代には、人の動作を検出しながら力を増強し、身体全体を制御する（ b ）の研究が行われた。1970 年代になると、人がコンピュータを介してロボット動作を監視し、自律機能がうまく働かないところを人が手助けするような（ c ）方式が誕生した。1980 年代になると、遠隔にいるロボットを自分がその場にいるかのように安全な遠隔地から操作できるような概念として、Marvin Minsky による（ d ）や館璋による（ e ）が同時期に提案された。

【a の選択肢】

1. 自律制御
2. マスター・スレーブ・マニピュレーション
3. 外骨格型人力増幅機
4. 遠隔臨場制御
5. 管理制御

【b の選択肢】

1. 自律制御
2. マスター・スレーブ・マニピュレーション

3. 外骨格型人力増幅機
4. 遠隔臨場制御
5. 管理制御

【c の選択肢】

1. 自律制御
2. マスター・スレーブ・マニピュレーション
3. 外骨格型人力増幅機
4. 遠隔臨場制御
5. 管理制御

【d の選択肢】

1. telepresence
2. teleoperation
3. teleportation
4. telexistence
5. telecommunication

【e の選択肢】

1. telepresence
2. teleoperation
3. teleportation
4. telexistence
5. telecommunication

問 9 以下は、遠隔コミュニケ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択せよ。

(9.1) (a) はシステムの使用者が感じる，生成された環境や遠隔の環境に身を置いているかのような感覚である．一方で，(b) は，そのシステムを利用している周りの人がその人に対して抱く，その場に確かにあるような感覚である．遠隔地における，もう一人の自分としての存在のロボットを (c) と呼ぶ．ロボットは操作者の意のままの動き，対峙している人はロボットの中に操作者が入っているような (b) を感じる．現在，身体的制約や空間的制約を超えた，遠隔地からの就労やコミュニケーションに活用されている．

【a の選択肢】

1. 身体感
2. 所有感
3. 存在感
4. 遠隔従属感
5. 臨場感

【b の選択肢】

1. 身体感
2. 所有感
3. 存在感
4. 遠隔従属感
5. 臨場感

【c の選択肢】

1. 並身ロボット
2. 分身ロボット
3. 等身ロボット
4. 投影ロボット
5. コピーロボット

(9.2) (a) を構成する要素や起因要素について当てはまらないものを選べ。

【選択肢】

1. リアルタイム感
2. 過去の経験・学習記憶情報からの連想
3. インタラクティブ感
4. 平面感
5. 視覚・聴覚・触覚・味覚などの物理情報

(9.3) ロボットを用いた遠隔コミュニケーションにおける (b) を評価する指標の説明として適切でないものを選べ。

【選択肢】

1. 主観評価は、提示される言葉の受け取り方に個人差があるため、言葉を厳選する必要がある。
2. fMRI（機能的磁気共鳴撮像法）や EEG（脳電場計測法）などによる非侵襲脳活動計測に基づく評価では、計測が困難であるため、有効ではない。
3. 物理刺激に対する人の応答特性を定量的に評価する心理物理評価では、物理的対応の取りづらい高次の認知的感覚を捉えるのは困難である。
4. 生体信号（心拍・皮膚電位・呼吸等）や行動（眼球運動・身体動作等）の計測手法も有効である。
5. 複数の評価手法を組み合わせることで、より客観的・定量的な評価が可能となる。

問 10 以下は、臨場感コミュニケーションに関する問題である。() に最も適するものを選択せよ。

(10.1) 遠隔地の利用者が 3 次元空間そのものを共有する没入感の高いコミュニケーションを目指した (a) と呼ばれる研究領域がある。最近では Apple が、3 次元 (b) 技術を活用した Persona（ペルソナ）がある。利用者の姿を撮影し、そこから人物像だけを共有 VR 世界に合成することで、遠隔コミュニケーションに使用する技術である。さらに、ホワイトボー

ドの共有編集や、3次元表現により対話者が空間内でどこを見ているかがわかるようなコミュニケーションが実現できており、臨場感のあるコミュニケーションの確立が期待できる。

【a の選択肢】

1. テレイマージョン（tele-immersion）
2. テレコミュニケーション（tele-communication）
3. テレプレゼンテーション（tele-presentation）
4. テレイマジネーション（tele-imagination）
5. テレコンテンツ（tele-contents）

【b の選択肢】

1. 合成キャラクター
2. 自己キャラクター
3. ビデオアバタ（video avatar）
4. スキャンアバタ（scan avatar）
5. 投影アバタ

問 11 以下は、可視化技術に関する問題である。（ ）に最も適するものを解答群から選択せよ。

(11.1) 1次元のコンピュータシミュレーションでは、出力データが（ a ）のみであり、可視化の方法はグラフ（graph）表現などで十分である。2次元のコンピュータシミュレーションでは、（ b ）を扱うことが可能となり、（ a ）も平面内での分布を表現することが可能となる。

【a の選択肢】

1. 電子データ
2. 離散データ
3. 等高線
4. ベクトル量

5. スカラー量

【b の選択肢】

1. 電子データ
2. 離散データ
3. 等高線
4. ベクトル量
5. スカラー量

(11.2) シミュレーションの対象となる物理現象などの“何らかの現象”は（ c ）である場合が多いが、コンピュータで処理するためには、現象を（ d ）し、（ e ）として処理しなければならない。

【c の選択肢】

1. 連続データ
2. 離散データ
3. 等高線
4. ベクトル量
5. スカラー量

【d の選択肢】

1. モデル (model) 化
2. アルゴリズム (algorithm) 化
3. 数値化
4. データ化
5. 可視化

【e の選択肢】

1. 連続データ
2. 離散データ
3. 等高線
4. ベクトル量
5. スカラー量

(11.3) 視覚情報だけでなく、それ以外の感覚を使用したデータ表現方法として、音によるデータ表現方法がある。これを（ f ）と呼ぶ。

【fの選択肢】

1. LIC(Line Integral Convolution) 法
2. 粒子追跡法
3. 立体音響表現手法
4. 可聴化
5. ボリュームレンダリング (volume rendering)

問 12 以下は、VR コンテンツを構成する要素に関する問題である。VR コンテンツにより提供される世界はそれぞれのアプリケーション（application）に依存し、時間的、空間的に現実世界との同一性を確保するかどうかによって、いくつかのパターン（pattern）に分類される。以下に示すそれぞれのアプリケーションの時間的・空間的同一性に関して、最も適するものを解答群から選択せよ。

(12.1) 風センサと送風機を用い、遠隔地の映像に向けて息を吹きかける。遠隔地では風を発生させることで、遠隔地に息を届けたかのように思わせるもの。

【選択肢】

1. 時間的・空間的ともに同一性あり
2. 時間的にのみ同一性あり
3. 空間的にのみ同一性あり

4. 時間的・空間的ともに同一性なし

(12.2) 一人のプレイヤーが架空の物語の世界に入り込み、架空のキャラクターとのインタラクションを通じて物語の世界観を体験するもの。

【選択肢】

1. 時間的・空間的ともに同一性あり
2. 時間的にのみ同一性あり
3. 空間的にのみ同一性あり
4. 時間的・空間的ともに同一性なし

(12.3) 自分の腰に付けた二眼カメラの映像を HMD を通して観察することで、自分が背の低い子供になったかのような生活体験を提供するもの。

【選択肢】

1. 時間的・空間的ともに同一性あり
2. 時間的にのみ同一性あり
3. 空間的にのみ同一性あり
4. 時間的・空間的ともに同一性なし

(12.4) サーキットの走行路に沿って多数のスピーカーを設置し、自動車レースの走行記録から再現したエンジン音を走行位置に応じたスピーカーから再生することで、観客に過去のレースを体験させるもの。

【選択肢】

1. 時間的・空間的ともに同一性あり
2. 時間的にのみ同一性あり
3. 空間的にのみ同一性あり
4. 時間的・空間的ともに同一性なし

問 13 VR は Creation, Control, Communication の 3C と Elucidation, Education, Entertainment の 3E のための道具であると言われる。Creation の例としては（ a ）、Control としては（ b ）、Communication としては（ c ）などが挙げられる。また、Elucidation, Education, Entertainment の例としてはそれぞれ（ d ）、（ e ）、（ f ）などがある。

(13.1)（ a ）、（ b ）、（ c ）に入る言葉の組み合わせとして最も適するものを解答群から選択せよ。

【選択肢】

1. デジタルアーカイブ, 訓練用シミュレータ, VTuber
2. デザイン, テレイグジスタンス, 訓練用シミュレータ
3. メディアアート, ロボットの軌道計画, メタバース
4. プレビズ, メタバース, アトラクション
5. メタバース, ロボットの軌道計画, デジタルアーカイブ

(13.2)（ d ）、（ e ）、（ f ）に入る言葉の組み合わせとして最も適するものを解答群から選択せよ。

【選択肢】

1. メディアアート, ロボットの軌道計画, メタバース
2. より高度な VR の実現, 訓練用シミュレータ, アトラクション
3. テレイグジスタンス, アトラクション, ゲーム
4. デジタルアーカイブ, 環境制御, 3D フードプリンタ
5. Vtuber, 訓練用シミュレータ, より高度な VR の実現

問 14 以下は、メタバースに関する問題である。

(14.1) メタバースの説明として適さないものを解答群から選択せよ。

【選択肢】

1. オンラインの 3 次元世界プラットフォーム上で、ユーザが予め決められたキャラクターを使用してユーザ間コミュニケーションを行う。
2. 3 次元シミュレーション空間において、ユーザが自己投射したアバターを介して体験共有型のコミュニケーションを行う。
3. メタバースのコミュニケーションを一つのメディアと捉えた場合、コンテンツの供給者も消費者もアバターとしてメタ空間に存在することができる、平等なメディアである。
4. メタバースのコミュニケーションを一つのメディアと捉えた場合、コンテンツ同士が同じ空間を共有できるため、チャンネルという概念ではなく距離という概念で、コンテンツへの参加レベルを受信者が選択していくメディアである。
5. メタバース世界においては、コンテンツは複数のアバターによって空間共有され、アバターを介して参加するため、実社会の劇場型コンテンツよりも参加しやすい。

問 15 以下は、医療への VR の応用に関する基本的な考えの記述である。（ a ）～（ c ）に順に入る用語の組み合わせとして最も適するものを解答群から選択せよ。

(15.1) 精神神経科学への応用においての課題は、高度な「自己投射性」が求められるため、高い（ a ）や（ b ）を生むシステム性能が必要となる。これには、高精度の視覚情報再現・立体音響等の聴覚情報提示、遅延の少ない（ c ）技術が必要になる。さらに歩行動作や触知動作が必要な場合ある。

【選択肢】

1. 現実感, 疎外感, トラッキング
2. 視認性, 臨場感, 振動提示
3. 現実感, 臨場感, トラッキング
4. 視認性, 没入感, 振動提示
5. 没入感, 疎外感, トラッキング

問 16 以下は、シミュレータに関する記述である。

(16.1) 実験用シミュレータと訓練用シミュレータの違いを表現している記述として間違っているものは（ d ）である。

【選択肢】

1. 実験用シミュレータはコストより模擬の正確性が重要であり，訓練用シミュレータは実現コストが課題である。
2. 実験用シミュレータと訓練用シミュレータの開発・設計段階で共通するのは「レンダリング手法の選択・数式化」である。
3. 訓練用シミュレータの開発・設計段階では「カリキュラム策定」だけでなく「評価項目の設定」も必要である。
4. 訓練用シミュレータは，自然工学・物性工学・人間工学・数値解析・メカトロニクス・計算機工学，さらには教育工学等の要素を含むシステムである。
5. 訓練用シミュレータは実験用シミュレータと異なり，身体的・感覚的な影響（疲労や障害）等に注意した設計・開発・運用が必要である。

問 17 以下は，ヘッドマウントディスプレイと組み合わせて多感覚を提示する手法についての記述である。（ a ）～（ d ）に最も適する言葉を選択せよ。

(17.1) バーチャルリアリティ体験において高い臨場感を提示するために感覚ごとに精度のよい感覚提示ディスプレイを作り，単純にそれらを組み合わせて提示することを（ a ）な手法と呼ぶ。これに対し，異なる感覚を同時に提示することで他の感覚に対する刺激の影響を受けた結果，ある種の錯覚を生じさせる現象が（ b ）であり（ c ）とも呼ばれ，その結果生じる感覚を（ c ）知覚と呼ぶ。（ b ）が生じる機序として感覚間一致，（ d ），コンテキストの影響が考えられる。

【a の選択肢】

1. マルチモーダル
2. クロスモーダル
3. 感覚間相互作用
4. ユニモーダル
5. 感覚内相互作用

【b の選択肢】

1. マルチモーダル
2. クロスモーダル
3. 感覚間相互作用
4. ユニモーダル
5. 感覚内相互作用

【c の選択肢】

1. マルチモーダル
2. クロスモーダル
3. 感覚間相互作用
4. ユニモーダル
5. 感覚内相互作用

【d の選択肢】

1. 最尤推定
2. 時間的整合性
3. 運動主体感
4. 情報推薦
5. 遠心性コピー

問 18 以下は、味覚電気ディスプレイに関する記述である。（ a ）～（ d ）に最も適する言葉を選択せよ。

(18.1) 味覚電気刺激では口腔内に陽極のみ、または陰極のみが配置された場合をそれぞれ「陽極刺激」、「陰極刺激」とする。陽極刺激の際には（ a ）のような味覚が生じ、陰極刺激の際には弱い電流では味覚は生じないが、電流値または電流密度が高い場合（ b ）のような

味覚が生じる。

【a の選択肢】

1. 金属味
2. 甘味
3. 苦味
4. 旨味

【b の選択肢】

1. 金属味
2. 甘味
3. 苦味
4. 旨味

(18.2) 飲食中の味覚電気刺激では飲食物に電解質が含まれている場合、(c) が味蕾に付着し塩味を強く感じる。また口腔内への電圧の印加と停止を繰り返すことで電気味覚を (d) させることができる。

【c の選択肢】

1. 陰極刺激により Na イオン
2. 陰極刺激により Cl イオン
3. 陽極刺激により Na イオン
4. 陽極刺激により Cl イオン

【d の選択肢】

1. 増強
2. 維持
3. 減衰
4. 反転

問 19 以下は、VR 酔いに関する問題である。（ ）に最も適するものを解答群から選択せよ。

(19.1) VR 酔いは、一種の乗り物酔いに似た症状のことであるが、視覚刺激、（ a ）、体性感覚刺激の不一致に起因している。そのため、体の重心や頭の動きを計測することにより、VR 酔いを評価できる可能性がある。自動車や医療・福祉等への VR 応用を目指す場合には、安全に運用するため（ b ）評価が欠かせない。

【a の選択肢】

1. 脊髄刺激
2. 前庭感覚刺激
3. 味覚電気刺激
4. 音刺激
5. 会話

【b の選択肢】

1. 環境影響
2. コスト
3. 人体影響
4. 能力計測
5. 人体計測

(19.2) VR を評価する方法として、物理量と心理量との関数関係を測定する実験的手法の（ c ）や統計理論に基づいた（ d ）がある。また、倫理的問題などから実験を行うことが妥当でない場合、質問紙を用いた（ e ）が取られる。

【c の選択肢】

1. 心理物理学的測定
2. 脳波測定

3. 統計的測定
4. 統計的検定
5. 調査的方法

【d の選択肢】

1. 心理物理学的測定
2. 脳波測定
3. 統計的測定
4. 統計的検定
5. 調査的方法

【e の選択肢】

1. 心理物理学的測定
2. 脳波測定
3. 統計的測定
4. 統計的検定
5. 調査的方法

問 20 以下は，VR と規制に関する問題である．

(20.1) VR やメタバースにおける現在の規制において，違反となるものを解答群から選択せよ．

【選択肢】

1. 国境を超えてアバターロボットを操作し就労した．
2. メタバースにおける住居を購入し、その後他人に賃貸した．
3. 家族で HMD を使い回してメタバース空間にアクセスした．
4. 他人が制作したアバターをコピーして使用した．
5. 複数のアカウントを持ち、複数のメタバース空間で自身のキャラクターを変えて振る舞っ

ている。

問 21 以下は、VR と移動感覚に関する問題である。（ ）に最も適するものを解答群から選択せよ。

(21.1) VR 空間において、実際の歩行動作により移動するような手法が取り入れられているが、課題として実空間の広さの制約を受ける。そこで、歩行に伴う物理量を物理的に相殺する（ベルトコンベアが着いた靴で歩く、滑りの良いシートの上を歩かせる等）ことで、実空間では移動しないにも関わらず歩行感覚を生む（ a ）が提案されている。また、HMD における視覚提示をユーザが気づかない範囲でずらして提示し、実際は少ししか移動していないにも関わらず、広大な VR 空間を歩いていると知覚させる手法として（ b ）がある。これを活用した VR コンテンツ Unlimited Corridor では、実空間ではユーザは直径 6m ほどの円周状の壁に手を触れて歩いているが、VR 空間上では（ c ）を見て触れながら、それに沿って歩く。これにより狭い空間で無限に真っ直ぐ歩くことができる。

【a の選択肢】

1. 無限歩行インタフェース
2. マニピュレーションインタフェース
3. ロコモーションインタフェース
4. 運動錯覚インタフェース
5. 味覚操作インタフェース

【b の選択肢】

1. プロジェクションマッピング
2. リダイレクテッドウォーキング
3. 自己運動感覚増強法
4. ブーバ・キキ効果

【c の選択肢】

1. 四角形を構成している 4 枚の壁
2. 実世界と同様の円周の壁
3. 実世界よりも小さい円周の壁
4. 直線の壁
5. 曲線の壁

問 22 以下は、VR と食体験に関する問題である。（ ）に最も適するものを解答群から選択せよ。

(22.1) 見た目と匂いを変化させることで、食に対する人の知覚を変化させる（ a ）研究が行われている。プレーンクッキーに HMD でチョコレートやアーモンドなどの見た目を重畳し、さらに匂いを変化させることで、7 割の参加者がプレーンクッキーと異なる食味を認識できたという研究や、HMD で実際の食品サイズより大きく表示することで満腹感を操作する研究などがある。これらは（ b ）という人の特質を活用したものである。

【a の選択肢】

1. 五感拡張
2. クロスセンシング
3. マルチモーダル
4. クロスモーダル（感覚間相互作用）
5. 感覚心理学

【b の選択肢】

1. 満腹感が優位に働きやすい
2. 視覚が優位に働きやすい
3. 匂いで特定の食味を認識している
4. 感覚における感度が鈍い
5. 記憶から状況を連想しやすい

問 23 次の問題は，教育・訓練に関するシミュレータ（simulator）およびその要素技術に関するものである．解答群から最も適するものを選択せよ．

(23.1) 実験用シミュレータ（模擬実験装置）において最も重要な機能は（ a ）である．

【a の選択肢】

1. 模擬音響装置を備えること
2. 高いインタラクティブ性を備えること
3. 正確に模擬すること
4. 反力発生装置を備えること
5. 正確性は低いがリアルタイムで計算を行うこと

(23.2) 訓練用シミュレータ（模擬訓練装置）に求められる性能として最も適切なものは（ b ）である．

【b の選択肢】

1. 正確性＋インタラクティブ性＋危険性
2. 正確性＋リアルタイム性＋インタラクティブ性
3. リアルタイム性＋インタラクティブ性＋意外性
4. 正確性＋リアルタイム性＋娯楽性
5. リアルタイム性＋話題性＋将来性

(23.3) 訓練用シミュレータを使用する利点として，誤っているものは（ c ）である．

【c の選択肢】

1. 実機を使うよりもコストを抑えることができる
2. さまざまな状況、さまざまなシナリオでの訓練が可能である
3. 危険な状況での訓練を安全に行うことができる
4. 同じ訓練を繰り返し行うことができる
5. 現実には起こり得ない架空の環境での訓練が可能である

(23.4) 訓練用シミュレータに関する説明として最も適切なものは（ d ）である。

【d の選択肢】

1. 基本動作（Basic skills）の習得には向いていない。
2. VR 情報による精神的・肉体的疲労は発生しないため、長時間の使用が可能である。
3. シミュレータによる適正検査と実機での適正検査の結果は同じになる。
4. VR 情報が身体や感覚に与える影響（疲労，障害，誤認など）を考慮する。
5. 訓練生のみで訓練が行えるため，教官を必要としない。

問 24 次の文書はメタバースの定義に関するものである。解答群から最も適するものを選択せよ。

(24.1)（ a ）のシミュレーション空間（環境）を持つ。

【a の選択肢】

1. 3次元
2. オフライン
3. 記録済
4. アバタ

(24.2)（ b ）のためのオブジェクト（アバタ）が存在する。

【b の選択肢】

1. 自己投射性
2. メタ認知
3. 3次元空間性
4. 自己身体性

(24.3) 複数のアバタが同一の（ c ）を共有することができる。

【c の選択肢】

1. 3次元空間
2. オフライン空間
3. オブジェクト（アイテム）
4. 個別空間

(24.4) 空間内に（ d ）を創造することができる。複製や改ざんを防止する技術が必要とされている。

【d の選択肢】

1. オブジェクト（アイテム）
2. アバタ
3. ワールド（ユーザーが共有する場）
4. 3D モデル

問 25 以下は、製造業における VR に関する問題である。（ a ）～（ d ）に最も適するものを解答群から選択せよ。

(25.1) デザインにおいて、モックアップやクレイモデルといった現物を使用せずに 3次元モデルをコンピュータ上で作成・検討することで、試作が（ a ）で行えるようになった。設計においては、コンピュータ上で試作品を検討できるだけでなく、製品の（ b ）といったユーザビリティの評価も行うことができる。生産設備では、バーチャル工場で作業員モデルを活用しながら（ c ）の効率性を検討でき、これにより生産ラインの性能や作業のバランスを評価し、「垂直立ち上げ」による効率的な量産開始を実現する。さらに作業員モデルを用いて、作業者の身体的負担を事前に評価することで、作業の（ d ）に関する基準を満たしたライン設計が可能になる。

【a の選択肢】

1. 高品質・高付加価値
2. 低コスト・短期間
3. 迅速性
4. 効率
5. 手軽さ

【b の選択肢】

1. 信頼性
2. 操作性・快適性
3. ユーザビリティ
4. 精密性
5. 柔軟性

【c の選択肢】

1. 生産手順
2. 作業挙動
3. 設備配置
4. 生産工程
5. 組立過程

【d の選択肢】

1. 負荷強度
2. 安全基準
3. 効率
4. 疲労強度
5. 柔軟性

問 26 以下は、デジタルアーカイブにおける VR に関する問題である。（ a ）～（ d ）に最も適するものを解答群から選択せよ。

(26.1) デジタルアーカイブとは（ a ）をデジタル化することで、（ b ）によるアーカイブを超えたさまざまな利活用を行う概念である。現在では VR 技術はデジタル化された（ a ）の（ c ）に用いられることが多いが、触覚などの他の感覚情報を通じた体験は飛躍的に（ d ）を高めるため、今後の試みが期待される。

【a の選択肢】

1. 芸術作品
2. 建造物
3. 技能
4. 自然環境
5. 文化財

【b の選択肢】

1. 実物
2. デジタル情報
3. VR 環境
4. シミュレーション
5. 復元

【c の選択肢】

1. 保存
2. 記録
3. 視覚化
4. 収集
5. 分析

【d の選択肢】

1. 臨場感
2. 学習効率
3. 視覚的效果
4. 実用性
5. 安全性