

# ベーシックコース試験問題

実施日 ◆ 2010年10月30日(土)

試験時間 ◆ 13:00~14:30 (90分)

会場 ◆ 大阪大学 サイバーメディアセンター

## ★ 注意事項 ★

1. 受験票と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。
2. 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。
3. 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。
4. 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○印で囲ってください。
5. 書き損じは消しゴムで完全に消し、解答欄には○印以外の文字等を記入しないでください。
6. 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。
7. 不正行為があったときは、すべての回答が無効になります。
8. 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。

- この試験の合格者の受験番号と模範解答を11月10日(火)正午以降に、当学会ホームページ(<http://www.vrsj.org>)上で発表します。
- 11月10日(火)中に受験者全員に合否通知書を、合格者に認定証を発送します。到着はその数日後となります。

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

## 第1問

以下は、バーチャルリアリティとは何かに関する問題である。

- (1) 下記の文章において、( ) に最も適するものをそれぞれの解答群から選び、記号で答えよ。

日本で多くの人が何となく感じている、「( ( a ) のない仮想としての)バーチャル」と、ヨーロッパやアメリカで考えている、「(見た目は違うがほとんど ( b ) としての)バーチャル」とは、話している時は何となく折り合っているようでも、実は全く異なっていて、互いに似ても似つかぬ概念を想起しているのであるということをしっかり認識しておく必要がある。

**【aの解答群】**

ア. 想像力      イ. 情報      ウ. 新しさ      エ. 意味      オ. 実体

**【bの解答群】**

ア. 仮想      イ. 想像      ウ. 情報      エ. 空想      オ. 実物

- (2) 「バーチャル」にかかわる言葉について、最も適切な記述を解答群から選び、記号で答えよ。

**【解答群】**

- ア. バーチャル (virtual) の反意語は、リアル (real) である。  
イ. バーチャル (virtual) と仮想は、同義語である。  
ウ. 虚の同義語は、バーチャル (virtual) である。  
エ. バーチャル (virtual) の反意語は、ノミナル (nominal) である。

- (3) バーチャルリアリティが満たすべき特徴について、次の①～⑧の項目の組み合わせとして最も適切なものを解答群から選べ。

- ①超高精細の2次元画像の描画、②自己の身体の投射、③人間同士のリアルタイムのネット対話、  
④リアルタイムの環境との相互作用、⑤3次元の空間性、⑥大気遠近法、⑦想像力を引き出す抽象性、  
⑧第三人称インタフェースによる効率的対話

**【解答群】**

- ア. ①, ②, ⑤      イ. ②, ③, ④      ウ. ②, ④, ⑤      エ. ④, ⑤, ⑧  
オ. ①, ⑤, ⑥

(4) バーチャルリアリティは、どのような道具となりうるかを書いた次の文章について、適切でないものはどれか、記号で答えよ。

**【解答群】**

- ア. バーチャルリアリティは、イメージーションを形にする創造の道具となる。
- イ. バーチャルリアリティは、体感ゲームなどの娯楽に用いることができる。
- ウ. バーチャルリアリティは、現実の物理的素材を生産することができる。
- エ. バーチャルリアリティは、遠方の状態を伝えて、制御することを可能とする。
- オ. バーチャルリアリティは、様々な現象を作り出せるので、教育に用いることができる。

**第2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。

(1) バーチャルリアリティのシステムの基本構成要素について、次の①～⑧の項目の組み合わせとして最も適切なものを解答群から選べ。

- ①入力システム、②画像処理ボード、③アクチュエータ、④出力システム、⑤位置センサ、⑥音声合成システム、⑦シミュレーションシステム、⑧ハプティックディスプレイ

**【解答群】**

- ア. ①, ④, ⑦      イ. ②, ③, ④      ウ. ②, ④, ⑤      エ. ④, ⑤, ⑧
- オ. ①, ⑤, ⑥

(2) バーチャルリアリティ生成のための基本構成について、最も適切な記述を解答群から選べ。

**【解答群】**

- ア. バーチャルリアリティシステムでは、感覚入力を模擬するために、すべての感覚に対するディスプレイを用いる。
- イ. 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に、運動系の出力を生成する。
- ウ. バーチャルリアリティシステムでは、インタラクティブな表現を行うため、物を操作した時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。
- エ. バーチャルリアリティシステムでは、人間の入力に対して、体験世界のシミュレーションを行うことなく、直ちに出力を行わなければならない。

- (3) 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、最も適切な記述を解答群から選べ。

**【解答群】**

- ア. 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。
- イ. バーチャルリアリティは、生成された世界に、コマンド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。
- ウ. 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。
- 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、没入感はあまり重要ではない。

**第3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（ ）に最も適することばを各解答群の中から選び、記号で答えよ。

- (1) 1900年のパリ博覧会で公開された（ a ）の作品「Mareorama」では、マルセイユから横浜までの風景を描いたロール式の絵を巻き取りながら表示し、客船型の観覧台では送風機による潮の香りや、照明の変化による太陽の動き等を提示する手法が用いられた。

**【aの解答群】**

ア. Cyclorama    イ. Cineorama    ウ. IMAX 映像    エ. ドーム映像    オ. ムービングパノラマ

- (2) 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のインタフェースとして利用する（ b ）では、椅子に座った利用者が壁面スクリーンに提示された情報を音声やジェスチャによって操作することができた。

**【bの解答群】**

ア. Ultimate Display    イ. PowerWall    ウ. Vivarium    エ. Media Room    オ. t-Room

#### 第4問

以下は、平衡機能の基本特性や身体運動と傾斜の知覚特性に関する問題である。(1)～(4)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。

(1) 前庭動眼反射に関して間違っているものはどれか。

**【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. 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。

(2) 前庭脊髄反射に関して間違っているものはどれか。

**【解答群】**

- ア. 前庭脊髄反射は、外乱に対する身体平衡の維持と視野の網膜像の動きを抑える機能を担っている。
- イ. 頭部が動いた時にブレーキをかけるように前庭頸反射が四肢に働き、頭位を固定して安定化させる。
- ウ. 前庭脊髄反射は、姿勢のくずれや頭位の変化を回復するように四肢を伸展・屈曲させる。
- エ. 耳石器は静的状態あるいは緩やかな運動時に静的な姿勢反射を起し、半規管は回転運動時に動的姿勢反射を惹き起こす。

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

水平回転を知覚する刺激閾値は概ね( a )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、( b )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。

**【a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/s<sup>2</sup>      オ. 1～3 deg/s<sup>2</sup>

**【bの解答群】**

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

(4) 傾斜知覚に関する以下の文章中の ( c ) に最も適するものはどれか。

静的なロール傾斜を知覚する閾値は( c )である。身体をロール傾斜させると、ロール角が小さい時には実際の傾斜角より大きく感じ、ロール角が大きい時には実際より小さく感じる。

【c の解答群】

- ア. 0.048～0.073 deg    イ. 0.15～0.22 deg    ウ. 0.48～0.73 deg  
エ. 1.5～2.2 deg    オ. 4.8～7.3 deg

## 第5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。

(1) 感覚刺激をバーチャルリアリティで再現する上でそれらの受容機構を理解しておくことは重要である。しかし、味覚・嗅覚の受容体はその種類が多いため、視覚のように少ないパラメータで全てを表現することができない。バリエーションの多い苦味認識においては( a )種類、匂い認識においては( b )種類以上の受容体が複雑に関与していることが知られている。味は舌や喉、( c )で感じられる化学感覚である。ここで得られた情報は延髄を通り、一次味覚野の処理を経て、( d )において嗅覚・視覚・聴覚などからの情報と統合処理される。

【a, b 解答群】

- ア. 5    イ. 25    ウ. 100    エ. 350    オ. 1000

【c 解答群】

- ア. 鼻    イ. 上あご    ウ. 食道    エ. 歯ぐき    オ. 唾液腺

【d 解答群】

- ア. 眼窩前頭皮質    イ. 視床    ウ. 扁桃体    エ. 海馬    オ. 糸球体

(2) 次のうち、味覚神経を介して伝わるものでないものを選べ。

【e の解答群】

- ア. 塩味    イ. 甘味    ウ. うま味    エ. 辛味    オ. 酸味

## 第6問

以下は、体性感覚に関する設問である。(1)～(5)の問いに最も適するものを解答群の中から選び、記号で答えよ。

(1) 温度感覚に関する次の文章のうち、間違っているものを選べ。

### 【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℃付近でもっともよく神経発射する。
- エ. 冷覚受容器は20℃付近でもっと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。

(2) 痛覚に関する次の文章のうち、間違っているものを選べ。

### 【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(Aβ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。

(3) 深部感覚に関する次の文章のうち、間違っているものを選べ。

### 【解答群】

- ア. 深部感覚の受容器は体の内部の情報を受容するので、固有受容器と呼ばれる。
- イ. 固有受容器には、筋紡錘、ゴルジ腱器官、関節受容器がある。
- ウ. 深部感覚は位置覚、運動覚、力覚に分けられる。
- エ. 位置覚は、自分の四肢の相対的位置を知る感覚であり、運動覚は、自分の体を動かすとき、その動きの速さや方向を知る感覚である。
- オ. 深部痛覚は、筋肉、骨、内臓、結合組織などからの痛みである。

(4) 皮膚機械受容単位に関する次の文章のうち、間違っているものを選べ。

【解答群】

- ア. ヒトの皮膚無毛部の機械受容単位は、受容野の形態と神経発射特性から4種類に分類される。
- イ. 速順応Ⅰ型単位 (FAⅠ) は機械的刺激の速度に応答し、その受容野境界は不鮮明である。
- ウ. 遅順応Ⅰ型単位 (SAⅠ) に対応する受容器は、メルケル触盤である。
- エ. 速順応Ⅱ型単位 (FAⅡ) は機械的刺激の加速度に応答し、その受容野境界は不鮮明である。
- オ. 遅順応Ⅱ型単位 (SAⅡ) に対応する受容器は、ルフィニ終末である。

(5) 触覚に関する次の文章のうち、間違っているものを選べ。

【解答群】

- ア. 触2点閾を測定してみると、手指や口唇、舌などでは小さく、背、腹、大腿、ふくらはぎなどでは大きくなる。
- イ. 皮膚に正弦波振動刺激を提示して振動検出閾曲線を測定すると、振動周波数 250 Hz 付近で検出閾が最も低くなり、そのときの振動検出閾値は約 0.1  $\mu\text{m}$  に達する。
- ウ. 振動検出閾曲線のパターン決定に関与する機械受容単位は、刺激周波数 100 Hz 付近を境に交代する。
- エ. 刺激周波数 20 Hz では、FAⅠが振動検出閾を決定する。
- オ. 刺激周波数 200 Hz では、FAⅡが振動検出閾を決定する。

## 第7問

以下は、ヒトの空間の知覚に関する問題である。(1)～(5)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。

(1) 三次元空間知覚について最も適切な説明を選べ。

【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。



(2) 両眼視差による立体視について最も適切な説明を選べ。

【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。

(3) 絵画的奥行き手がかりについて最も適切な説明を選べ。

【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、陰影など比較的単純な手がかりであるが、その効果は非常に強い。

(4) 陰影からの形状復元について最も適切な説明を選べ。

【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。

(5) 運動視差について最も適切な説明を選べ。

【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。

第8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 ( a ) 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。

( b ) 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。運動は運動出力部位の最終部位である ( c ) の活動から、運動の方向、筋肉の活動などが推定できる。視覚に関しては、( d ) から信号を取り出すことにより、線分の向きなどが推定できる。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 ( e ) を用いて、カーソルを動かす方法が提案されている。

【aの解答群】

- ア. BMI      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

【bの解答群】

- ア. ECG      イ. 非侵襲的計測      ウ. 脳波計測      エ. 侵襲的計測      オ. EDA

【c, dの解答群】

- ア. 海馬      イ. ブローカ野      ウ. アルファ波      エ. ウェルニッケ野
- オ. 視覚野      カ. 聴覚野      キ. 一次運動野

【e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9問

以下は、人間の身体各部の角度と運動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。

- (1) 角度センサである ( a ) を用いる ( b ) モーションキャプチャでは、人体に対して外骨格のようなフレームを取り付け、そのフレームの関節角度を計測する。また、角度を計測するデバイスとして、回転物体がその状態を維持しようとする性質を利用した ( c ) を用いる場合には、フレームを用いずに計測を行うことができる。( c ) では、得られた角速度を ( d ) することで角度を求めている。

### 【aの解答群】

- ア. 加速度センサ      イ. ゴニオメータ      ウ. 超音波センサ      エ. カメラ  
オ. ジャイロスコープ

### 【bの解答群】

- ア. 光学式      イ. 角度式      ウ. フレーム式      エ. 機械式      オ. 磁気式

### 【cの解答群】

- ア. オシロスコープ      イ. 回転計      ウ. イメージセンサ      エ. ジャイロスコープ  
オ. 距離計

### 【dの解答群】

- ア. 積分      イ. 分析      ウ. 二乗      エ. 変換      オ. 微分

- (2) 角度または運動を計測するモーションキャプチャに関して、正しいものはどれか。

### 【解答群】

- ア. 人体にモーションキャプチャ用のフレームを装着することで、自由な動きが可能になる  
イ. モーションキャプチャ用フレームは装着が容易である  
ウ. ジャイロスコープを用いる場合には、センサ自体の誤差の蓄積を考慮しなければならない  
エ. ジャイロスコープは高性能であるが、小型化が難しい  
オ. 人体モデルは構築が難しいため、現在はほとんど利用されていない

## 第10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。

- (1) 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。視覚の受容器である目に入射する( a )を人工的に作り出した( a )と置き換えることで実現されるが、( b )による空間の奥行き手がかりに加えて、( c )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。

### 【aの解答群】

ア. 音波      イ. 光線      ウ. 振動      エ. 概念      オ. 物体

### 【b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

### 【cの解答群】

ア. 中心視野      イ. 仰角      ウ. 周辺視野      エ. 俯角      オ. 立体角

- (2) 2眼式の視覚ディスプレイは、主に( d )による左右の目での見えの違いを実現するもので、左右の目に入る映像を別々に用意し、何らかの方法で対応する目にのみ、その映像を呈示する。

### 【dの解答群】

ア. 運動視差      イ. 両眼視差      ウ. 調節作用      エ. 輻輳作用      オ. 単眼視

- (3) 2眼式の視覚ディスプレイでは、偏光をかけた視差映像をプロジェクタでスクリーンに投影し、偏光フィルムメガネで左右の目に入る映像の分離を行う場合、( e )を必ず使用する必要がある。

### 【eの解答群】

ア. 逆さメガネ      イ. シルバースクリーン      ウ. 液晶プロジェクタ      エ. サッケード  
オ. 液晶シャッターメガネ

- (4) 2眼式の視覚ディスプレイには、スクリーンあるいはモニタの前に設置した（ f ）と呼ばれるスリットによって左右それぞれの目から見えるスクリーンの領域を分離する方式がある。（ f ）方式では、ユーザはメガネをかける必要がない。スリットは透過型液晶パネル等で実現され、生成する映像やスリット配置を変えることでスクリーンに対する頭の相対位置の変化に対応できる。

【fの解答群】

- ア. LED アレイ      イ. 回折格子      ウ. レンティキュラレンズ      エ. パララックスバリア  
オ. LCD パネル

## 第11問

以下は、前庭感覚ディスプレイに関する問題である。(1)～(4)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。

- (1) 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を解答群から選べ。

【解答群】

- ア. 多くの場合、身体全体を直接動かすことで前庭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。

(2) 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を解答群から選べ。

【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。

(3) 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を解答群から選べ。

【解答群】

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

(4) 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を解答群から選べ。

【解答群】

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

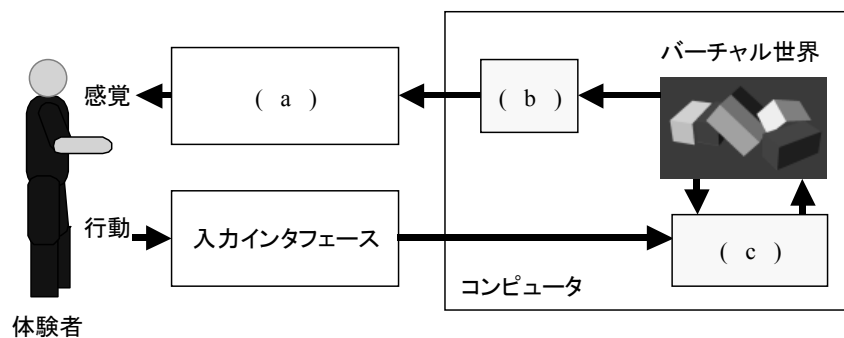
## 第12問

次の各問いに記号で答えよ。

(1) 次のバーチャル世界についての説明で、間違っているものはどれか。

- ア. バーチャル世界を構築する際には、体験者のどんな行動にも対応できるような柔軟なモデルを構築することが必要である。
- イ. シミュレーションを行うことで、体験者の行動に応じた様々な変化をバーチャル世界に起こすことができる。
- ウ. バーチャル世界にはリアルタイム性が必要なので、大規模なバーチャル世界の場合でも、提示のリアルタイム性を考慮してモデリングしなければならない。

(2) 下の図はバーチャルリアリティシステムの構成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び、記号で答えよ。



【解答群】

- ア. デザイン      イ. シミュレーション      ウ. ディスプレイ      エ. レンダリング

## 第13問

以下は、3次元音空間の聴覚レンダリング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。

(1) 両耳伝達関数モデルは、精緻な3次元音空間知覚を表現するために、( a ) への入力信号を正確に再現・合成するモデルである。

【aの解答群】

- ア. ヘッドホン      イ. 右耳      ウ. 左耳      エ. 両耳      オ. マイクロホン

- (2) 音像定位は、音源から耳までの音波の伝搬現象によって決定される。この伝搬現象は、音源から頭部近傍までの伝搬特性を表す ( b ) 伝達関数と、頭部近傍での、耳介、頭部、胴体等の反射や回折、共振などの物理現象を表す ( c ) 伝達関数との従属接続による伝達関数として考えることができる。

【bの解答群】

ア. 室      イ. 反射      ウ. 回折      エ. 自由空間      オ. 残響

【cの解答群】

ア. 鼓膜      イ. 近傍      ウ. 耳介      エ. 聴覚      オ. 頭部

- (3) 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 ( d ) と ( e ) をレンダリングする必要がある。

【dの解答群】

ア. 遅延      イ. 早さ      ウ. 温度      エ. 周波数      オ. 反射

【eの解答群】

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

- (4) 反射音のレンダリングモデルとして間違った記述はどれか。

【解答群】

- ア. 幾何音響理論は、回折等音の波動的振る舞いを全て含む厳密的な理論である。
- イ. 虚像法の計算は、計算に際し反射の次数をあらかじめ決定しておく必要がある。
- ウ. 虚像法では、反射の次数に対して指数関数的に計算量が増加する。
- エ. 音線法では、ある受音点近傍を通過する音における計算を結果として扱う。
- オ. 幾何音響理論では、高周波数の精度が比較的高い。

- (5) 音響レンダリングモデルについて間違っているものはどれか。

【解答群】

- ア. 回折現象の周波数特性は、低域通過型である。
- イ. 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。
- ウ. 音源や聴取点が移動する場合には、ドプラ効果をレンダリングするのが望ましい。
- エ. 音響レンダリングをリアルタイムで実現するには専用のハードウェアを用意する必要がある。
- オ. 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。



## 第 14 問

以下は、バーチャル世界における力触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。

- (1) 典型的な力触覚レンダリングでは、動特性など必要な情報がモデリングされた物体とのインタラクションでは、指先や手先などの接触点すなわち ( a ) の位置と方向の検出、( a ) とバーチャル物体との接触検出、反力計算および ( b )、そして力およびトルクの提示、の順に力触覚情報の計算が周期的に実行される。

### 【aの解答群】

- ア. 力覚ポインタ      イ. テクスチャ      ウ. Proxy point      エ. God-object  
オ. クーロン摩擦

### 【bの解答群】

- ア. 透視変換      イ. 重量計算      ウ. 立体分割      エ. 物体変形      オ. 量子化

- (2) バーチャルな物体をなぞる動作において、表面情報の力触覚レンダリングは自然に感じさせるために重要な役割を果たす。力触覚レンダリングのための表面情報は、物体形状と、物体表面の ( c ) 特性および ( d ) 特性の組み合わせで表現される。

### 【cの解答群】

- ア. 剛性      イ. 反射      ウ. 慣性      エ. 摩擦      オ. 湿度

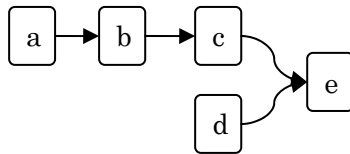
### 【dの解答群】

- ア. 塑性      イ. 弾性      ウ. 粘性      エ. 破壊      オ. 温度

第 15 問

次の各問いに記号で答えよ。

- (1) 解答群のア～オの処理は、剛体の物理シミュレーション処理の一部である。これらの処理には、他の処理の結果を用いるものがあり、依存関係がある。下の図はこの依存関係を表したものである。なお  $a \rightarrow b$  は  $a$  の結果を  $b$  が使用するため、 $a$  を  $b$  の前に行う必要があることを意味している。 $a \sim e$  に当てはまる処理の組み合わせとして最も適当なものを解答群のア～オから選べ。



【処理】

- ① 抗力、摩擦力の計算
- ② 重力の計算
- ③ Bounding Volume での接触判定
- ④ 物体形状での接触判定
- ⑤ 剛体の速度・位置の更新（数値積分）

【解答群】

	a	b	c	d	e
ア.	②	③	④	⑤	①
イ.	②	③	④	①	⑤
ウ.	④	③	①	②	⑤
エ.	③	④	⑤	②	①
オ.	③	④	①	②	⑤

- (2) 次のバーチャルリアリティシステムに関する説明の（ ）に最も適するものを解答群から選び、記号で答えよ。

剛体運動のシミュレータは、拘束力の計算方法で特徴付けることができる。（ a ）のシミュレータでは拘束力はバネダンパモデルの状態からすぐに求まるため 1 ステップあたりの計算量は（ b ）。しかし、バネダンパモデルが収束するためには、1 ステップの時間刻み  $\Delta t$  を（ c ）しなければならない。

一方、（ d ）のシミュレータでは、拘束力を拘束条件と運動方程式を連立させて解くため計算量が（ e ）が、 $\Delta t$  を（ f ）することができる。

【a, d の解答群】

- ア. 解析法    イ. 掃き出し法    ウ. ペナルティ法    エ. 繰り返し法

【b, e の解答群】

- ア. 少ない    イ. 多い    ウ. 等しい

【c, f の解答群】

- ア. 小さく    イ. 大きく    ウ. 等しく

第 16 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。(1)～(5)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。

- (1) 人物シミュレーションにおいて一般的に使われる剛体リンク系を用いて計算できるものとして最も適切なものを選べ。

【解答群】

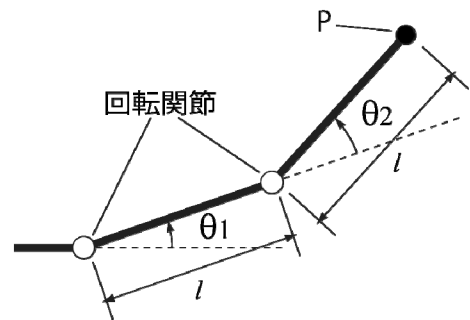
- ア. 回転とともに回転中心が移動する肩関節の運動
- イ. 運動による皮膚の変形
- ウ. 運動による筋の伸展・収縮
- エ. 運動に伴ってかかる力による骨の変形
- オ. ある関節トルクが与えられたときの関節加速度

- (2) 逆運動学の解法のうち、解析的手法の特徴を表す文章として最も適切なものを選べ。

【解答群】

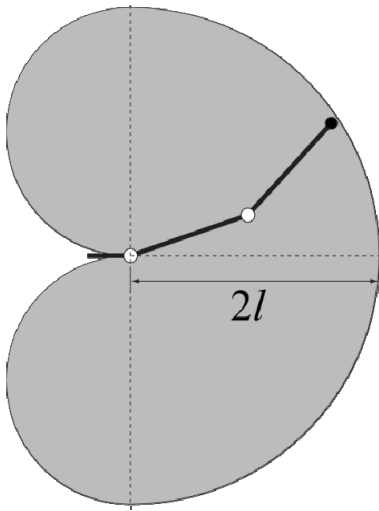
- ア. 非線形方程式を解く手法の一つであるニュートン法の応用である。
- イ. 関節角からリンク位置を求める関数の導関数を利用する。
- ウ. 複雑な人体モデルに適用するのは難しい。
- エ. 最適化問題を最急勾配法などにより解く。
- オ. 必ず一つの解が得られる。

- (3) 右図に示す2つの回転関節からなるアーム上の点Pの位置が与えられたとき、それに対応する関節角  $\theta_1$ 、 $\theta_2$  を求める逆運動学問題を考える。この逆運動学問題が解を持つPの領域(灰色部)を表す図として最も適切なものを選べ。ただし、2つのリンクの長さを1、アームを右方向にまっすぐ伸ばした状態を  $\theta_1 = \theta_2 = 0$  としたときの関節の可動域を  $0 \leq \theta_1 \leq \pi/2$ 、 $0 \leq \theta_2 \leq \pi$  とし、リンクや関節の体積は考えないものとする。

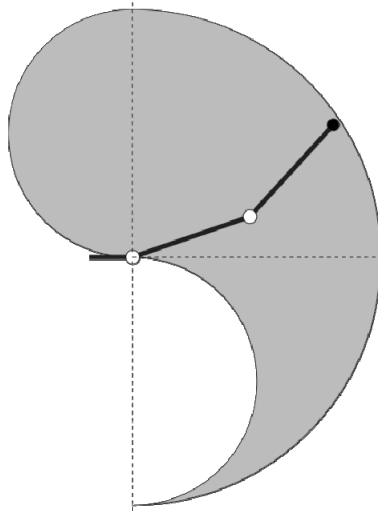


【解答群】

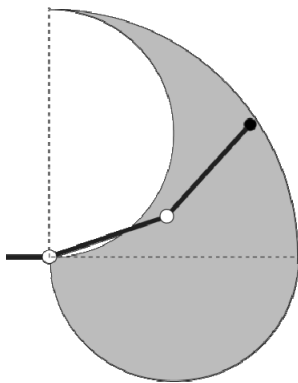
ア.



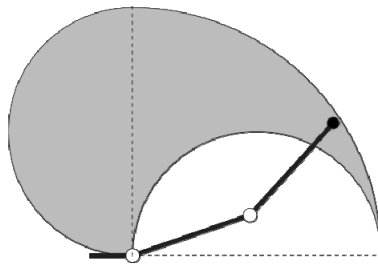
イ.



ウ.



エ.



オ.

