

愛媛大学長殿

プロジェクト代表者氏名	理工学研究科 電子情報工学専攻・情報工学コース 青井元
指導教員氏名	所属 大学院理工学研究科 電子情報工学専攻 一色正晴

プロジェクト名：AR技術を用いたDIY支援アプリの制作

調査・研究の概要：

1. 問題意識

近年、AR技術はスマートフォンゲームやカメラエフェクトなどのコンシューマ向けアプリケーションとして一般に認知されている。一方で、今後のAR市場規模拡大の中核を担う分野は金融やインフラを中心としたビジネス向けのもので、コンシューマ市場では伸び悩むとの予想がされている。

2. 目的

AR技術がコンシューマ市場で大きな成長を遂げるには、デバイスの普及のみならず、有効に機能するARユースケースの開発と実践及び課題の発見が必要である。

3. 方法

本プロジェクトでは、ユースケースの一つとして、作業支援としてのAR技術の活用を例に、家具の設計・配置を行う「DIY支援アプリ」をコンシューマ向けのiOSアプリケーションとして開発する。

研究成果：（800字～900字程度）

iOS対応のフレームワークARKitを用いて、DIY支援アプリケーションを作成した。アプリケーションの機能は、家具のテンプレートを床面に重畳表示し、画面上の操作によってサイズの変更が可能なるものである。また、自動で作成されたその家具の設計図をダウンロード可能である。利用方法としては、現実空間と照らし合わせながら家具の大きさを調整し、自動で作成された設計図の寸法をもとに家具を作成することを意図して開発した。重畳表示した家具のサイズ変更や配置は、scene中の複数の座標系を用いた計算処理によって実現した。今回、作成した家具の設計は簡易的なものではあるが、scene中の座標を用いた操作と設計図の自動作成は、より多くの部品を用いた複雑な設計にも適用可能であると考えられる。また、テクスチャを貼ることで、SceneKitの立方体のジオメトリのみで構成された机に、木材の質感を加えることができた。

一方で、実際にAR技術を用いたアプリケーションを開発し利用することで現行の技術及びその活用方法に様々な課題が知見として得られた。今回のユースケースでは、平面検出による空間認識型の技術を採用している。空間認識型のメリットとして、重畳表示にマーカーや特定の物体を必要としないことが挙げられる。しかし、床面を検出する際の基準となる特徴点のy座標方向（現実空間での高さ）の精度によって、配置した家具が実際の大きさと異なって見えることが確認された。また、各部品の大きさは処理上では連続的に変更できるようにしたが、実際にホームセンターなどで売られている木材は材質や形状にある程度の規格が決まっていることが一般的である。塗料などについても同様のことが言える。このように、デジタル情報をアナログに適用する際の実現可能性に困難が生じる場合がある。

今回はデジタル情報をアナログ情報に還元することに重点を置き、自作家具のDIY支援としてアプリケーションを開発したが、上述した位置合わせの精度や実現可能性の観点からユースケースを検討することも重要であることなどが知見として得られた。

今後の課題：（400字程度）

空間認識による平面検出の精度はフレームワークや深度センサーの有無等のデバイスの機能に依存しているため、精度の高いものを利用することも検討する必要がある。事前準備が必要になるが、マーカーを用いて配置することも検討したい。また、現実空間におけるデジタル情報の再現性については、実現可能性の観点から、実際に現実にある情報を持ち込んで表示する手段が考えられる。例えば、色については実在する複数種類の材質、塗料、その組み合わせなどをテクスチャとして利用することが挙げられる。

今後は、本研究で明らかになった課題の対処を検討するとともに、設計の複雑化や光源推定を利用した反射の表現などに取り組んでいきたい。また、他にもAR技術の適したユースケースの考案・開発を予定している。

指導教員からのコメント

AR技術を用いたDIY支援アプリの制作を目的としたプロジェクトで、サーバ環境の構築からスマートフォンでのARプログラミングなど、実現のためには様々な技術を用いる必要があるが、期間内に計画的に実装を行い実現することができている。課題に挙げているが、精度の向上など発展の余地があるため、今後の開発にも期待したい。

近年、様々な分野で拡張現実(Augmented Reality, 以下省略 AR)技術の研究が行われており、実践的な応用が期待されている。本プロジェクトでは、AR技術によるオブジェクトの表示及び操作に着目し、自作家具の製作に寄与し得るかを検証した。実験では、開発したアプリケーションを用いて設計図を作成、後に設計図通りに家具を完成させた際に、アプリケーションにおいてAR表示されていたものと実際の成果物を比較することで評価した。そこから期待される用途、検討される課題について考察する。

1 はじめに

近年、AR技術はスマートフォンゲームやカメラエフェクトなどのコンシューマ向けアプリケーションとして認知されている (TesTee Lab./小林芽久未, 2020)。しかし、AR/VRに関する IDC Japan の調査によると、今後の市場規模拡大の中核を担う分野は金融やインフラを中心としたビジネス向けのものであり、主に業務の効率化に利用される見込みである。これは、AR技術がハンズフリーを必要とする組み立て・保守の用途での採用が期待されるためであると考えられる (IDC Japan 株式会社, 2019)。

言い換えれば、コンシューマ向けARコンテンツのデジタルサイネージとして普及しているのはスマートフォン等であるため、ハンズフリーの恩恵が受けられないことや、スマートフォン等を利用したAR技術の良い活用例が少ないことが原因であると考えられる。

このような背景から、今後、AR技術がコンシューマ市場で大きな成長を遂げるには、単にディスプレイ上に映し出された現実世界にデジタル情報を重畳するだけでなく、現実空間にデジタル情報を還元できるようなユースケースの開発と実践及び課題の発見が必要であると考えている。

本プロジェクトでは、ユースケースの一つとして、景観シミュレーションやBIMのAR化といった作業支援ARを例に、家具の設計・配置を行う「DIY支援アプリ」をコンシューマ向けのiOSアプリケーションとして開発する。また、重畳表示したものと実物を置いた物を比較することによって、現実空間に還元できる情報やそうでない情報について考察する。加えて、重畳表示中の操作が現実空間における情報に即しているかという点についても考慮すべき点の一つである。

2 関連技術

2.1 ARとは

ARとは、実世界から得られる知覚情報に、コンピューターで情報を補足したり、センサーによる情報を加えて強調したりする技術の総称である。ARを実現する技術は、マーカー型、位置認識型、空間認識型、物体認識型の四種類に大別される。各技術の特徴を図1(図中の画像は左から(橋本直, 2007), (Darrell Etherington, 2019), (©2020 Niantic, Inc. ©2020 Pokémon. ©1995-2020 Nintendo/Creatures Inc. /GAME FREAK inc., 2020), (株式会社グミ, n.d.)から引用)に示す。本プロジェクトでは、スマートフォンやタブレットの画面をユーザーが操作することで、コンテンツが出現する空間認識型の技術を用いてARを実現する。



図 1 AR技術の大別

2.2 AR 技術の活用

AR 技術の活用方法は実世界を拡張する意味合いにおいて多種多様であるが、AR コンテンツ表示用のデジタルサイネージとして普及しているのは主にスマートフォンやタブレットである。そのため、一般的には「Pokémon GO」のようなゲームや「Instagram」における AR カメラエフェクトのようなコンシューマ向けのサービスとして知られている。

一方で、Microsoft が提供する HoloLens2(図 2 のイメージ画像) (Microsoft, 2020)を筆頭に、産業利用を前提とした AR/MR デバイスとユースケースの開発が盛んに行われている。例えば、物流・在庫管理では、スマートグラスをつけた作業者に個人別のピッキング指示情報を表示することでピッキングミスをなくす、保守・メンテナンスでは、熟練者のノウハウを現場にデジタル情報として記録することで、経験の浅い管理者の作業を直感的に支援する、等が挙げられる。



図 2 HoloLens2 のイメージ画像

3 DIY 支援アプリケーションと評価方法

3.1 ARKit

本プロジェクトの開発では Apple 社が開発した iOS 対応の AR フレームワーク ARKit2 を用いた。ARKit2 はユーザ周辺の空間情報を利用した ARWorldTrackingConfiguration というトラッキング

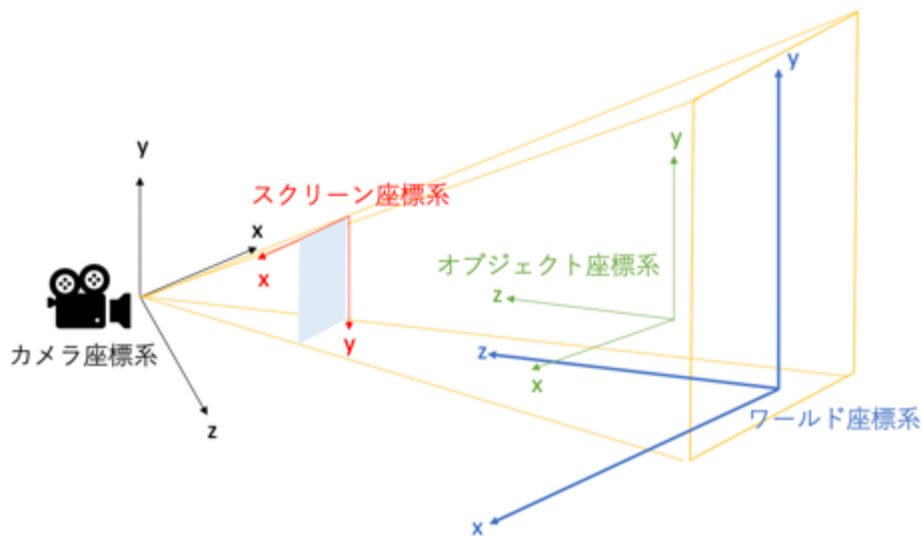


図 3 各種座標系の概要図

モードによって空間検知を行う。また、この機能によって平面を検出することで、床を起点に 3DCG を表示することが可能である。ARKit の座標系は右手系で、各種座標系をまとめると以下の図 3 のようになる。

Scene 中のオブジェクトはワールド座標系における position, オブジェクト座標系における scale によって、位置と大きさを定義する。これらによって立方体オブジェクトを複数個用いて机を構築することを可能にした。

具体的には、机を表示させる際、ワールド座標上に検出した平面の特徴点をタップすることで、ルートノードが追加される。ルートノードに天板や脚のようなパーツノードを入れ子にして追加することで、ワールド座標系におけるパーツ全体の位置を一意に決定する。また、各種パーツの位置はオブジェクト空間内で決定されるため、脚の y 座標方向の scale の変化に相当する分だけ、天板の y 座標方向の位置を変化させるなどの処理が可能である。平行移動に関しても、ワールド座標系におけるルートノードの位置を基準に行われる。

3.2 DIY 支援アプリケーション

開発したアプリケーションの主要な機能は 2 つである。1 つは 3DCG の表示及び操作によって家具(今回は計 5 つのパーツからなる机)を配置, 設計する機能である。2 つ目は, 設計した家具の設計図を自動作成し, ダウンロードする機能である。システム全体の概要は以下の図 4 に示す。

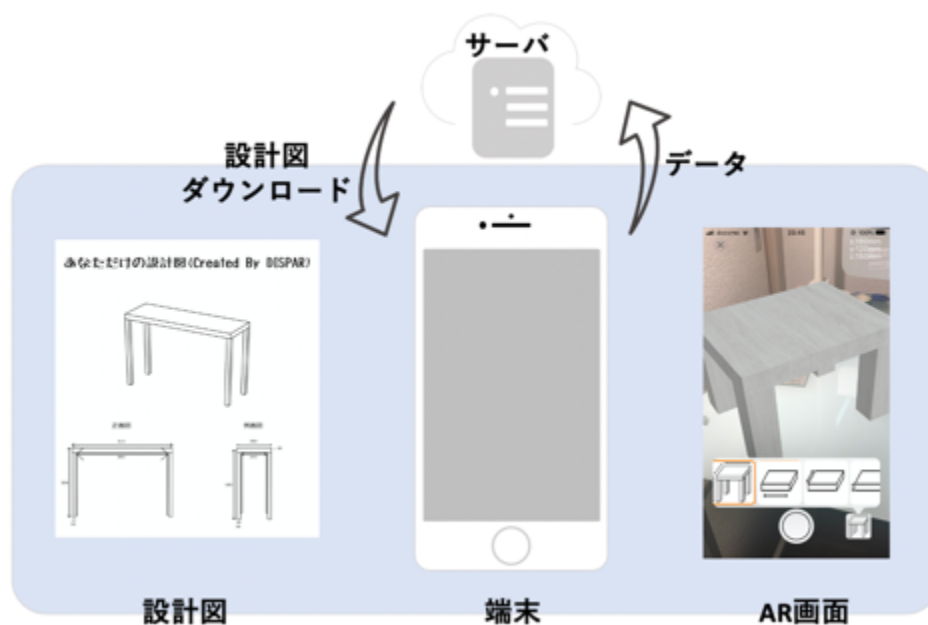
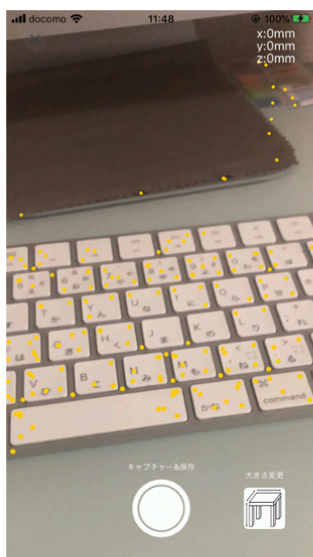


図 4 システムの全体図

まず、AR 画面における家具の配置及び設計に関する機能について説明する。AR 画面で行うことのできる AR コンテンツの操作は以下の 5 種類である。

- A) 配置：平面検出後、タップ操作でオブジェクトを配置する。
- B) 大きさ変更：ピンチ操作で対象オブジェクトの大きさを変更する。
- C) B)の対象変更：大きさを変更する対象を選択する。
- D) 移動：スワイプ操作で全体を移動させる。
- E) 回転：指を 2 本使ったスワイプ操作で全体を回転させる。

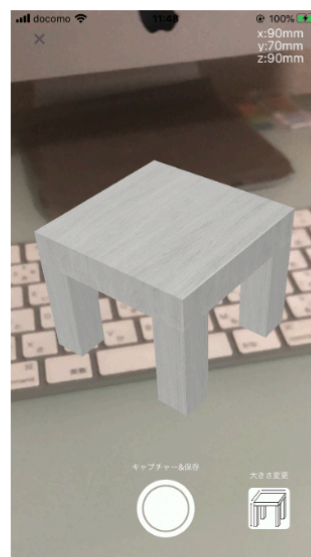
以下の図 5, 図 6, 図 7 には, 操作画面の例を示す.



平面検出

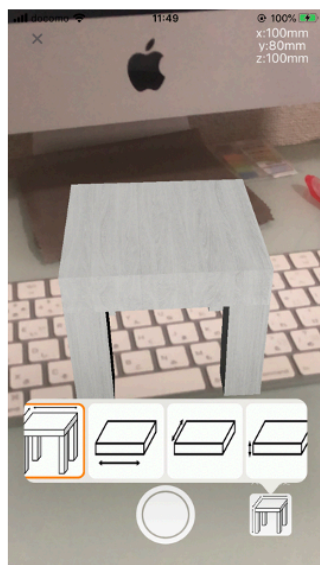


配置



回転

図 5 操作画面の例 1



選択

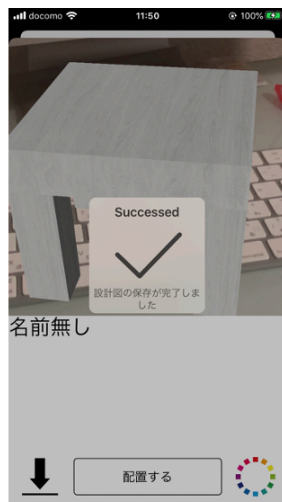


大きさ変更



保存

図 6 操作画面の例 2



設計図保存

あなただけの設計図 (Created By DISPAR)

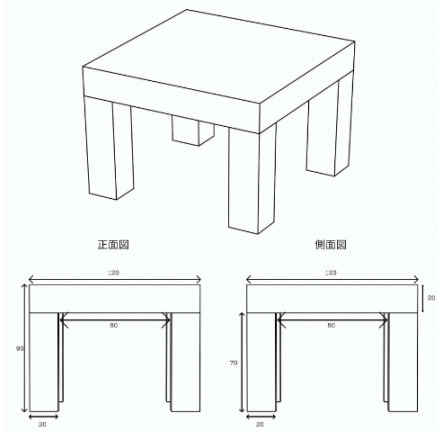


図 7 操作画面の例 3

設計及び配置の確認が終了次第、カメラアイコンを押して撮影、保存することによって、大きさ等のデータがサーバに送信され、設計図が作成される。作図はpythonのグラフ描画ライブラであるMatplotlibを用いて、立体グラフを描写するスクリプトをサーバ上に用意することで可能にした。また、以下の図 8 のような、各種パーツの大きさやオブジェクト空間内におけるパーツの位置などの情報を利用することで、正確な設計図の作成が可能となる。今回の設計では、足の位置が天板の角に固定されており、幕板等のパーツがないため簡易的ではあるが、より複雑な設計の場合でも、同じように作図可能であると考えられる。

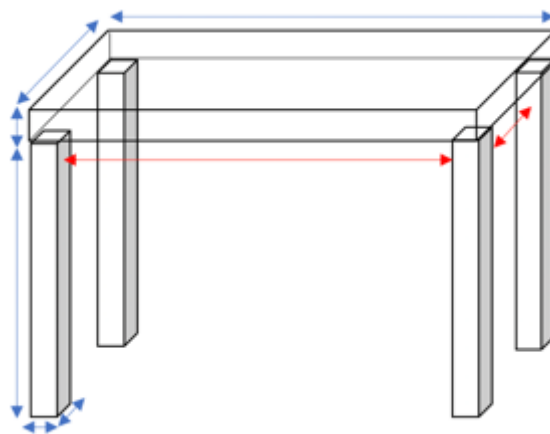


図 8 設計図作成に利用するデータ

3.3 評価方法

評価手法として、AR 表示した机と実際に作成した机それぞれ、以下の図 8 の 3 つのアングルから撮影し、比較することで評価する。また、それぞれ配置する際には、一見して比較しやすいように、予め用意した印に沿って行うものとする。



図 9 評価用の撮影アングル

4 実験及び評価・考察

4.1 実験方法

実験では、作成する家具の大きさを以下の表 1 のように取り決めた。オブジェクトのテクスチャは白い木目のものを使用した。

表 1 各部品のサイズ

	幅:x	奥行き:z	高さ:y
全体	910mm	300mm	300mm
天板	910mm	300mm	20mm
脚	30mm	30mm	280mm

予め、表 1 の全体の寸法に合わせてテープで印を用意した。そこに AR のオブジェクトを表示させたものと、実際に作成した机をそれぞれ配置することで、大きさ・配置、色・質感、設計の 3 つの観点から両者を比較した。本来は AR で重畳表示した際のデータをもとに実物を製作する必要があるが、設計図通りの材料を揃える点で困難が生じると考えたため、手順を逆にした。但し、実物と AR 表示したものを比較する点では問題はないと考える。

4.2 結果

設計図及び実際に配置した結果の画像は以下の **Error! Reference source not found.** から図 13 に示す。

あなただけの設計図(Created By DISPAR)



保存した設計図

Error! Reference source not found. は AR 画面で設計した数値を基に自動で作成した設計図の画像である。取り決めどおりの寸法の設計図を自動で作成することができた。ただ、天板の幅に対して、明らかに足の高さが大きく見える等の不具合を確認した。

以下に、3つのアングルから撮影した AR 画面と現実空間の比較画像をそれぞれ記載する。

① 正面から角度をつけて



図 10 アングル①の結果画像

② 斜めから



図 11 アンクル②の結果画像

③ 正面から



図 12 アンクル③の結果画像

4.3 考察

考察では、大きさ・配置、色・質感、設計の3つの観点から、アプリケーションで表示・設計したものと、現実世界で製作したものを比較する。

- 大きさ・配置

4.2 節の結果の画像から分かるように、画面上での表示と実際の現実空間に配置した場合には、横幅・奥行き・高さの全てにおいて、差異が生じた。ARkit では、大きさや座標の数値は現実世界の 1cm を 0.01 とした実数で表されており、精度も高いことが知られている。このことから、今回生じた差異の原因は、床を認識する際の空間認識にあると考えられる。比較的小さな物体を認識する場合と異なって、全体をカメラで捉えることのできない床のような平面を検出する場合、基準となる特徴点を見つけにくいという傾向が見られるからである。

- 色・質感

色は、明度や照明による反射、影の付き方に違いはあるものの、印象としてはおおよそ近いものになったと考えられる。ただ、設定した色と限りなく近似した色の塗料を用意することは施工に関して経験の浅い人には、容易ではないと考える。従って、実際に市販されている塗料を数種類の材質に塗布したものをテクスチャとして利用するなどの実現可能性を考慮した設計が必要かもしれない。

- 設計

AR 画面で設計した通りの数値を基に設計図を作成することができた。また、実際の製作に関しても、AR 画面や設計図通りに製作することができた。一方で、各部品大きさは自由に変更できるようにしたが、実際の DIY では、加工された既製品の木材を使うことが多く、厚みなどの大きさの規格が決まっていることが一般的である。従って、色や材質の選択と同様に、一般的な規格に従って大きさを変更できるような工夫の検討が必要である。

また、今回採用した設計は、部品の少ない最も簡素なものであるため、強度を増すために幕板などを加えた場合に各部品の大きさをどのように変更するかという検討も必要かもしれない。

5 まとめ

5.1 研究成果

iOS 対応のフレームワーク ARKit を用いて、DIY 支援アプリケーションを作成した。アプリケーションの機能は、家具のテンプレートを床面に重畳表示し、画面上の操作によってサイズの変更が可能なものである。また、自動で作成されたその家具の設計図をダウンロード可能である。利用方法としては、現実空間と照らし合わせながら家具の大きさを調整し、自動で作成された設計図の寸法をもとに家具を作成することを意図して開発した。

重畳表示した家具のサイズ変更や配置は、scene 中の複数の座標系を用いた計算処理によって実現した。今回、作成した家具の設計は簡易的なものではあるが、scene 中の座標を用いた操作と設計図の自動作成は、より多くの部品を用いた複雑な設計にも適用可能であると考えられる。また、テクスチャを貼ることで、SceneKit の立方体のジオメトリのみで構成された机に、木材の質感を加えることができた。

一方で、実際に AR 技術を用いたアプリケーションを開発し利用することで現行の技術及びその活用方法に様々な課題が知見として得られた。

今回のユースケースでは、平面検出による空間認識型の技術を採用している。空間認識型のメリットとして、重畳表示にマーカーや特定の物体を必要としないことが挙げられる。しかし、床面を検出する際の基準となる特徴点の y 座標方向(現実空間での高さ)の精度によって、配置した家具が実際の大きさと異なって見えることが確認された。

また、各部品の大きさは処理上では連続的に変更できるようにしたが、実際にホームセンターなどで売られている木材は材質や形状にある程度の規格が決まっていることが一般的である。塗料などについても同様のことが言える。このように、デジタル情報をアナログに適用する際の実現可能性について困難が生じる場合がある。

今回はデジタル情報をアナログ情報に還元することに重点を置き、自作家具の DIY 支援としてアプリケーションを開発したが、上述した位置合わせの精度や実現可能性の観点からユースケースを検討することも重要であることが知見として得られた。

5.2 今後の課題

DIY 支援のような現実空間における作業支援アプリでは、重畳表示したデジタルデータが現実空間にどれだけ則しているかという点が重要となる。特に、今回のケースでは、家具の大きさや色合い等の視覚的な要素から考えると、精度に関してはまだまだ不十分であると言わざるを得ない。

空間認識による平面検出の精度はフレームワークや深度センサーの有無等のデバイスの機能に依存しているため、精度の高いものを利用することも検討する必要がある。事前準備が必要になるが、マーカーを用いて配置することも検討したい。

また、現実空間におけるデジタル情報の再現性については、実現可能性の観点から、実際に現実にある情報を持ち込んで表示する手段が考えられる。例えば、色や質感については実存する複数種類の材質、塗料、その組み合わせなどをテクスチャとして利用することが挙げられる。

しかしながら、設計図を通して、オブジェクトの大きさを変更したものを現実空間に反映するといった点では、単に重畳表示するだけではない AR 技術のユースケースの一つとして、様々な問題に応用可能な成果であると考えられる。

今後は、本研究で明らかになった課題の対処を検討するとともに、より複雑な設計や光源推定を利用した反射の表現などに取り組んでいきたい。また、他にも AR 技術の適したユースケースの考案・開発を予定している。

文献目録

- ・ ©2020 Niantic, Inc. ©2020 Pokémon. ©1995-2020 Nintendo/Creatures Inc. /GAME FREAK inc. (2020). 『Pokémon GO』とは? 参照先: Pokémon GO: <https://www.pokemongo.jp/howto/play/>
- ・ Darrell Etherington. (2019年08月09日). Google マップが歩行者のためのナビ「Live View」を拡張現実で実装. 参照先: TechCrunch: <https://jp.techcrunch.com/2019/08/09/2019-08-08-google-launches-live-view-ar-walking-directions-for-google-maps/>
- ・ IDC Japan 株式会社. (2019年06月26日). 2023年までの世界AR/VR関連市場予測を発表. 参照先: IDC: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prJPJ45301519>
- ・ Microsoft. (2020). Hololens2. 参照先: Microsoft: <https://www.microsoft.com/ja-jp/hololens>
- ・ TesTee Lab./小林芽久未. (2020年01月10日). 【若年層男女1,057名対象】VR/ARに関する調査. 参照先: TesTee Lab.: <https://lab.testee.co/2018-vrar#36AR>
- ・ 株式会社エム・ソフト. (日付不明). AR (拡張現実) とは. 参照先: BIZ-AR: <https://biz-ar.jp/knowledge/ar.php>
- ・ 株式会社グミ. (日付不明). 参照先: <http://www.gumi.co.jp/gumitec/g37.html>
- ・ 橋本 直. (2007年06月01日). 工学ナビ. 参照先: 「攻殻機動隊」「電脳コイル」の世界を実現! ARToolKitを使った拡張現実プログラミング: <https://kougaku-navi.net/ARToolKit/index.html>