



AI(人工知能)の画像認識技術を用いた バスの置き去り検知システムの構築

株式会社カタオカ



わたしたちについて・・・

会社概要

Company profile

株式会社 カタオカ

Kataoka Coporation

広島県尾道市東尾道15-10

Higashionomichi Onomichi city

代表取締役 片岡彰一郎

President is Syoichiro Kataoka

水産塩乾物・海産物の製造卸売

Manufacture and sale of seafood products

0848-20-3611

Phone number 0848-20-3611

製造部 AI 開発担当 寺垣智也

Manager is Tomoya Teragaki

t.teragaki@onomichi-kataoka.jp

Email : t.teragaki@onomichi-kataoka.jp

海の美味しさを、食卓に “尾道のさかな屋さん”

株式会社カタオカは創業1969年。

海に囲まれた自然豊かな街、尾道で 50年以上にわたり食品の加工・卸売業を営んでいます。

わたしたちがお届けするのは、お客様の“笑顔”と“満足”。いつでも「美味しい」と笑顔が咲く食卓のお手伝いを心がけています。

コンセプト

Business concept

『 人工知能を用いたスマートシティの創出 』

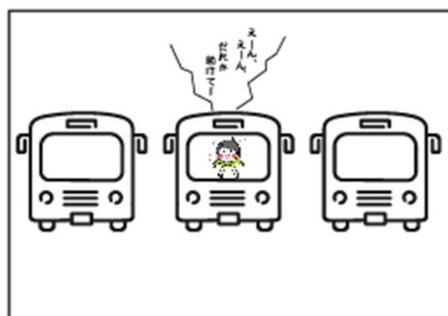
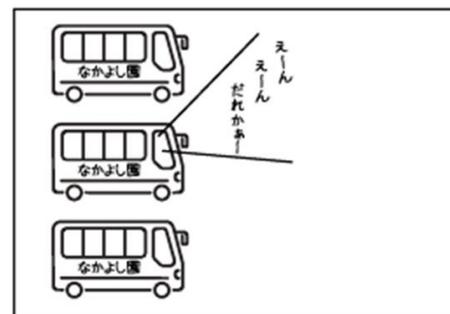
我々の技術を用いて尾道の様々な問題解決を図り、便利で豊かな市民生活を実現させていきたいという想いから「スマートシティの創出」とさせていただきました。

技術の進歩により、様々なものが自動化、デジタル化され、考えられなかった事が出来るようになったり、今まで分からなかった事が詳細まで分かるようになったりと、日々想像もできないほど凄まじいスピードで世の中が変わっていています。株式会社カタオカが以前より取り組んできた AI 人工知能の開発を地域や企業へ還元できればこれ以上の喜びはないと考えています。

■ 事業の概要

「バスの置き去り検知システム」の実証

AI人工知能を用いたバスの置き去り検知システムとなります。
カメラで撮影した車内映像を基にAIによる人物検知を行います。
バス内にとり残された人物を検知した場合、異常として通知すること
ことで事故による最悪のケースを防ぎます。



事業の選定理由

社会問題として大きな関心があり、我々の技術がそれを解決できるのであればぜひ貢献したい！
 そういった思いから本事業を選定いたしました。

>>>2022.09.05 静岡県



>>>2021.07.29 福岡県



死亡事故の後も繰り返す「置き去り」

>>>2022.09.16 沖縄県



沖縄県で、子どもがバスに置き去りになってしまったことが分かった。タクシーを呼んでも見つからなかったという。安全装置が重要だが山の中、同じ過ちが繰り返されし。

>>>2022.09.09 青森県

七戸町でスクールバスに中学生置き去り 運行業者が確認怠る
03月14日 17時13分



青森県で7歳児女子が送迎バスの車内に置き去りにされて死亡し、子どもたちの安全が課題となる。先週、青森県七戸町のスクールバスで中学生1人が、少なくとも1時間近く運行中の車内に置き去りにされていたことがわかりました。

安全装置の義務化と支援措置

岸田文雄首相、所信表明演説で台風などの自然災害と園児のバス置き去り事件について対応を語る

40 日刊スポーツ



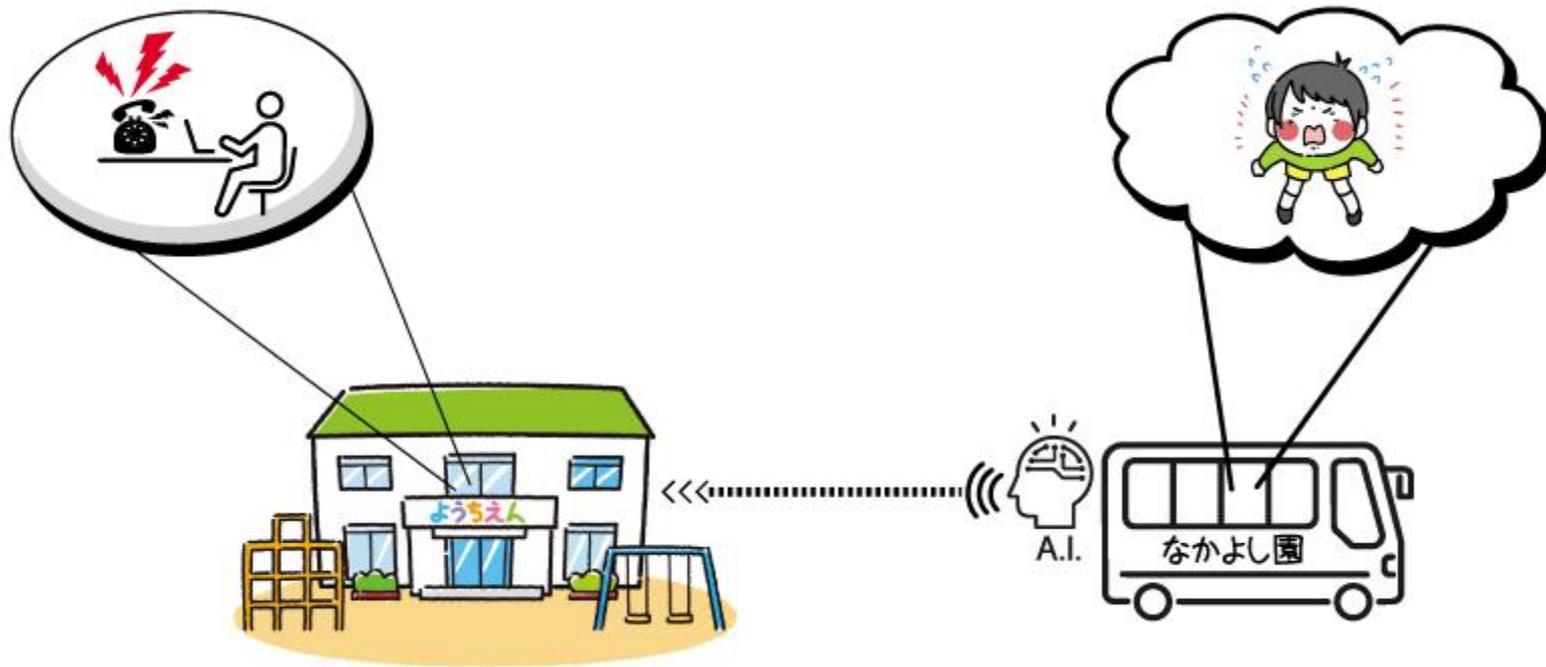
岸田首相 2022年10月3日撮影

第210臨時国会が3日開幕され、岸田文雄首相が所信表明演説を行った。

岸田首相の所信表明演説

2022.10.03 臨時国会 参院本会議

昨年の福岡に続き、静岡で幼いお子さんが送迎バスの中に置き去りにされ、お亡くなりになるという痛ましい事故が再び起こってしまいました。二度とこうした悲劇を繰り返すことがないように、送迎バスの安全装置の義務化と支援措置を含む、緊急対策を講じてまいります。



人工知能が人を検知すると電話で知らせます

実証実験における検証

「AIによる人の検出」「機器の仕様通りの動作」「システムの仕様について」の検証を行いました。

「AIによる人の検出」



- 窓の外の映像遮断技術の確認
- 外部からの明るさの影響
- バス奥行きの影響
- 身体の一部での検出精度
- 服装の違いによる精度
- 子供特有の問題点の抽出
- 疑似空間との違いの問題点

「機器の仕様通りの動作」



- 機器自体のスペックの妥当性
- 機器同士の信号の送受信
- バス内環境が機器に与える影響
- 車内温度が与える影響
- バッテリー等、電源
- 機器の設置方法の問題点
- バスとの接続の問題点

「システムの仕様について」



- 機能の追加、変更の必要性
- 機器の追加、変更の必要性
- その他





「機器の仕様通りの動作」

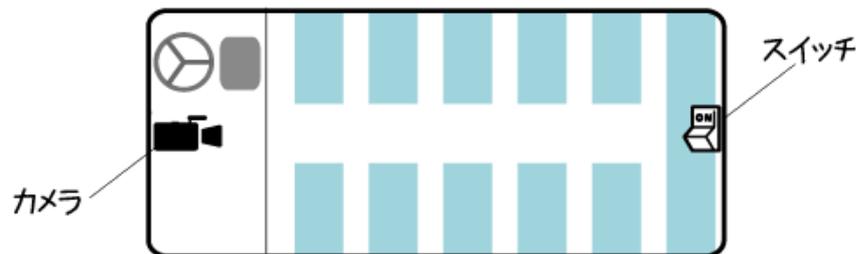
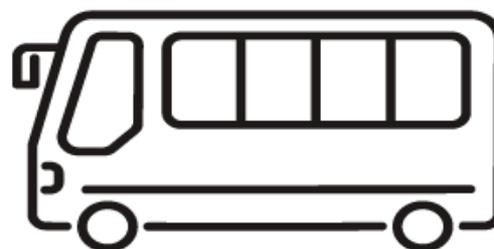
- 1.** 正常な動作フローの確認
- 2.** 問題発生時のエラー監視の確認



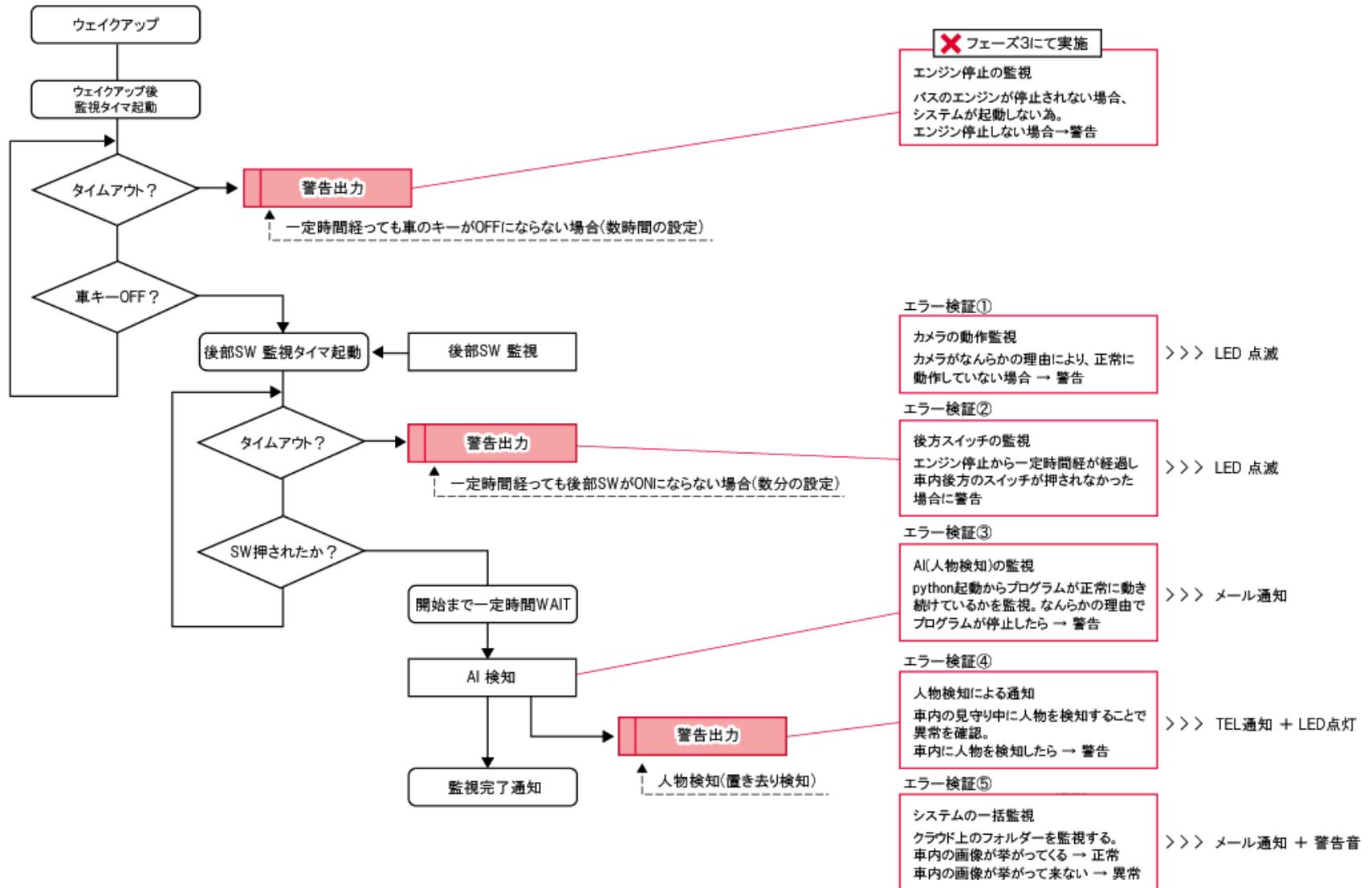
「機器の仕様通りの動作」

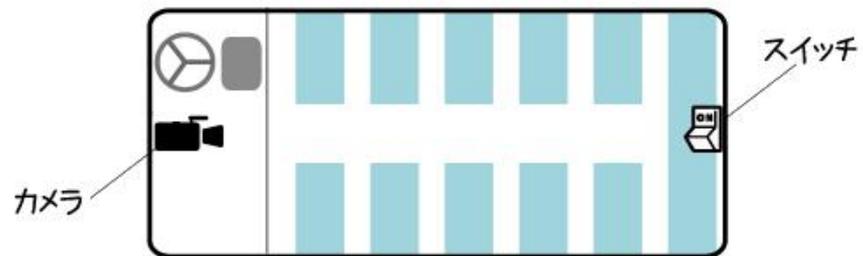
正常な動作フローの確認

- ①エンジン停止
- ②運転手による目視確認
- ③車内後方部のスイッチをON
- ④マイクロコンピュータとカメラの起動
- ⑤AIが骨格検知を開始
- ⑥AIが人を検出
- ⑦設定した内容で命令を発信
- ⑧職員室の電話に入電
- ⑨自動音声にて事故発生を通知
- ⑩車内の確認を行う



■ 動作フロー・Error監視と検証項目および警告内容





マイクロバス



発電機



設置状況



カメラ



スイッチボックス



マイクロコンピュータ

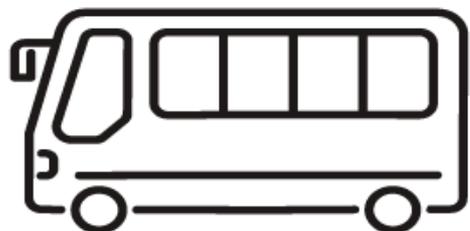


「機器の仕様通りの動作」

問題発生時のエラー監視

✖ フェーズ3にて実施

エンジン停止の監視
バスのエンジンが停止されない場合、
システムが起動しない為。
エンジン停止しない場合→警告



エラー検証①

カメラの動作監視

>>> LED 点滅

エラー検証②

後方スイッチの監視

>>> LED 点滅

エラー検証③

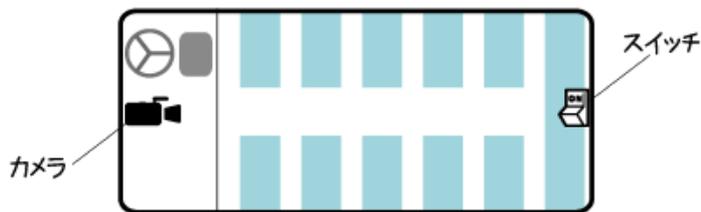
AI(人物検知)の監視

>>> メール通知

エラー検証⑤

システムの一括監視

>>> メール通知 + 警告音



全ての問題に対しエラー監視と警告を確認 ◎



A.I. 「AIによる人の検出」

1. 基本検証

バス環境における人物検知について

2. 仮説検証

問題の原因究明と仮説による再検証

3. 条件別検証

年代・服装などの違いについての検証

基本検証

バス内にて人物判定が行えるのか？

全座席にて検証

安定した環境での検証



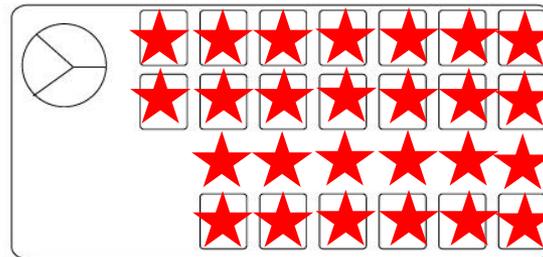
全座席で成功



様々な条件での検証

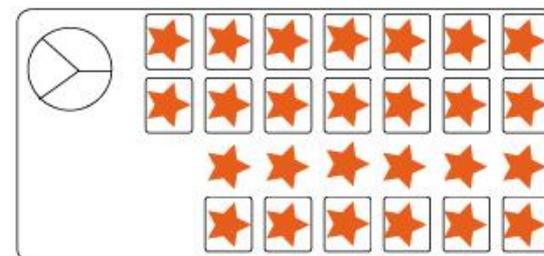


4列目以降不安定に

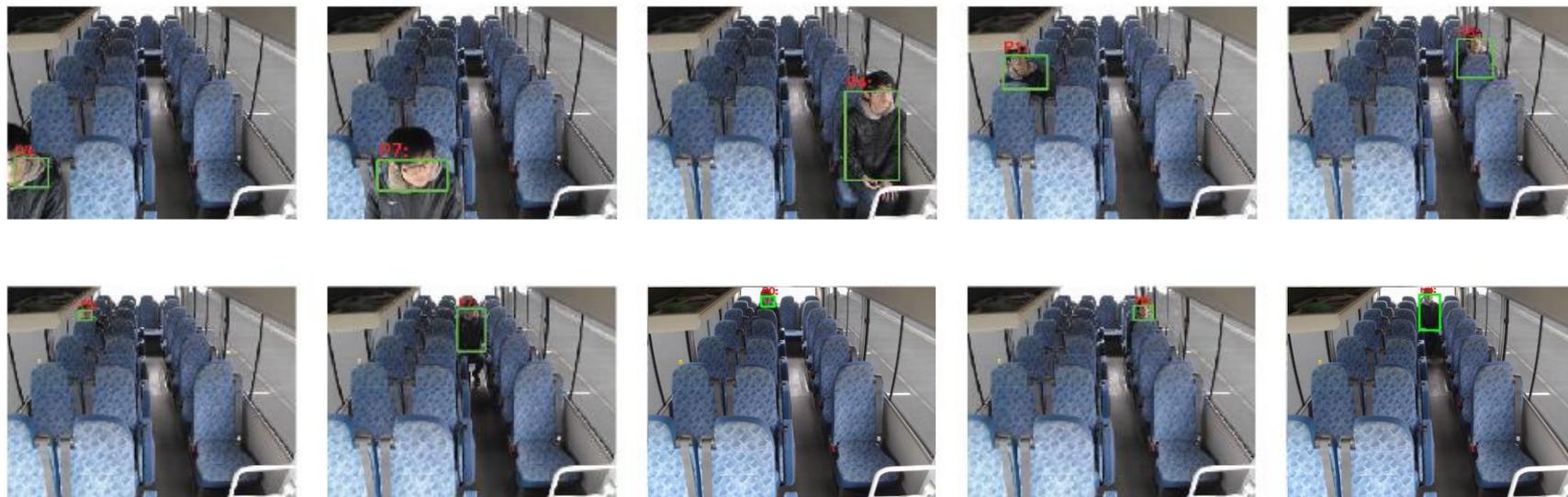


基本検証

バス内にて人物判定が行えるのか？

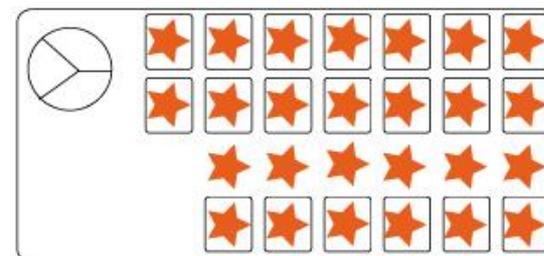


安定した環境では、全座席にて人物判定が行えた。



様々な条件での検証

敢えて『いじわるな条件』を創りだし
AI にとって不利な条件で検証を行った。



列	番	判定回数	検知回数	判定精度
1	1	15	0	0%
1	2	28	2	7%
2	1	9	7	78%
2	2	21	19	90%
2	3	31	31	100%
2	4	11	11	100%
3	1	14	9	64%
3	2	21	5	24%
3	3	47	31	66%
3	4	31	27	87%
4	1	13	5	38%
4	2	21	1	5%
4	3	10	7	70%
4	4	11	1	9%
5	1	12	0	0%
5	2	12	0	0%
5	3	15	4	27%
5	4	17	1	6%
6	1	13	0	0%
6	2	10	0	0%
6	3	13	1	8%
6	4	9	0	0%
7	1	17	2	12%
7	2	9	0	0%
7	3	6	0	0%
7	4	4	0	0%

AI 人工知能にとって敢えて不利な条件を
創りだして検証を行ってみた結果が左の表

例：隠れている人物の判定

身体の一部のみで判定

強い光によるコントラストが大きい条件

下を向いている

大きいマスクを着用

明る過ぎる

暗過ぎる

都合のよい条件のみで性能を判断することはでき
ないことから、これらの検証は今後も継続していく
必要があると考えています。

仮説検証

座席後方列で判定が不安定になる理由は？

1. 距離が影響を及ぼしているのでは？

事前テストにおいて5m50cmの十分な精度を確認済み
距離単体での影響はないものとする。

2. 外部からの影響を受けているのではないか？

影響を及ぼしそうなもの…

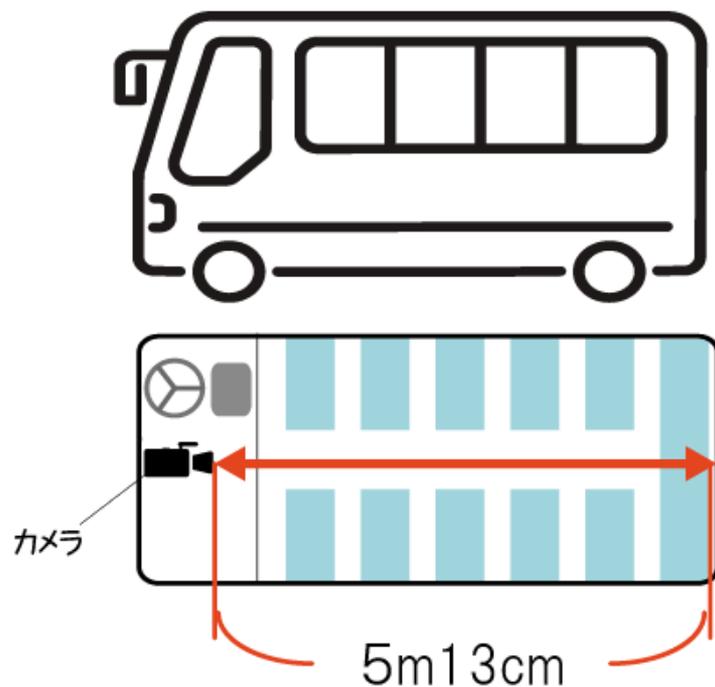
→ 明るさ

→ 温度

→ 車外の人物の窓からの映り込み

仮説検証

距離が影響を及ぼしているのでは？



事前テストで5m50cmの十分な精度を確認

仮説検証

外部からの影響を受けているのでは？



→ 車外の人物の窓からの映り込み？

記録用の映像・画像を確認し、無いことを確認。



→ 温度・気温が影響している？

車内の温度を変化させたが全く影響はなかった。
また、検証日にそこまで大きな気温の変化もなかった。



仮説検証

外部からの影響を受けているのでは？

→ 明るさの違いが影響を及ぼしている？

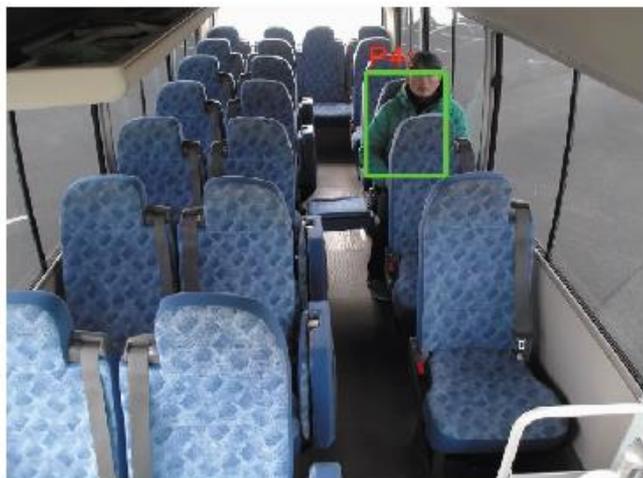
明るさについては太陽光や天候、雲の発生状況などにより様々な変化が起こることは構想段階から想定しており、本実証実験においても重要な検証項目であると当初より位置づけていました。



明るさの違いが影響を及ぼしている？

遮光フィルムの窓開けと窓閉め検証

窓を閉めた状態



窓を開けた状態



人物検知が不安定になる場面が現れた。

太陽光の明るさが判定に影響を及ぼしている可能性大。

窓を閉めた状態での結果

列	番	照度	判定回数	検知回数	精度
2	1	1800	5	5	100%
2	1	710	5	5	100%
2	1	698	12	12	100%
2	1	230	7	7	100%
2	2	1500	4	4	100%
2	2	623	10	10	100%
2	2	600	4	4	100%
2	2	227	7	7	100%
2	3	1000	10	10	100%
2	3	590	6	6	100%
2	3	632	8	8	100%
2	3	305	8	8	100%
2	4	900	8	8	100%
2	4	1037	8	8	100%
2	4	730	4	4	100%
2	4	403	7	7	100%
3	1	1900	9	9	100%
3	1	690	5	5	100%
3	1	581	9	9	100%
3	1	245	9	9	100%
3	2	870	7	7	100%
3	2	400	5	5	100%
3	2	310	9	9	100%
3	2	188	12	12	100%
3	3	580	7	7	100%
3	3	519	6	6	100%
3	3	330	5	5	100%
3	3	213	6	6	100%
3	4	891	7	7	100%
3	4	610	4	4	100%
3	4	600	5	5	100%
3	4	308	7	7	100%
4	1	2200	13	13	100%
4	1	650	48	38	79%
4	1	544	8	6	75%
4	1	297	13	8	62%
4	2	1000	6	6	100%
4	2	343	5	5	100%
4	2	340	9	9	100%
4	2	205	4	4	100%
4	3	460	4	4	100%
4	3	357	7	7	100%
4	3	290	5	5	100%
4	3	182	12	12	100%
4	4	682	4	4	100%
4	4	540	6	6	100%
4	4	500	5	5	100%
4	4	262	4	4	100%

窓を開けた状態での結果

列	番	照度	判定回数	検知回数	精度
2	1	18000	5	5	100%
2	1	6300	5	5	100%
2	1	5720	10	10	100%
2	1	2170	9	9	100%
2	2	7500	3	3	100%
2	2	1722	9	9	100%
2	2	1100	5	5	100%
2	2	738	8	8	100%
2	3	2800	6	6	100%
2	3	1200	4	4	100%
2	3	1023	8	8	100%
2	3	552	9	9	100%
2	4	1200	4	4	100%
2	4	873	8	8	100%
2	4	860	5	5	100%
2	4	517	11	11	100%
3	1	16700	14	14	100%
3	1	2130	14	14	100%
3	1	7300	6	6	100%
3	1	5430	9	9	100%
3	2	6300	5	5	100%
3	2	915	7	7	100%
3	2	2200	4	4	100%
3	2	1872	11	11	100%
3	3	2700	4	4	100%
3	3	1324	8	8	100%
3	3	1700	4	4	100%
3	3	3370	8	8	100%
3	4	5600	7	7	100%
3	4	2990	10	10	100%
3	4	5800	5	5	100%
3	4	9290	9	9	100%
4	1	18000	19	15	79%
4	1	6200	40	6	15%
4	1	4510	16	6	38%
4	1	2000	4	3	75%
4	2	5700	6	6	100%
4	2	2100	6	6	100%
4	2	1912	8	8	100%
4	2	1032	6	6	100%
4	3	2600	8	8	100%
4	3	2160	7	7	100%
4	3	1700	4	4	100%
4	3	1008	12	12	100%
4	4	8650	6	5	83%
4	4	5700	30	5	17%
4	4	4000	7	7	100%
4	4	2776	7	6	86%

窓を閉めた状態での結果

列	番	照度	判定回数	検知回数	判定精度
2	1	860	29	29	100%
2	2	738	25	25	100%
2	3	632	32	32	100%
2	4	768	27	27	100%
3	1	854	32	32	100%
3	2	442	33	33	100%
3	3	411	24	24	100%
3	4	602	23	23	100%

窓を開けた状態での結果

列	番	照度	判定回数	検知回数	判定精度
2	1	8048	29	29	100%
2	2	2765	25	25	100%
2	3	1394	27	27	100%
2	4	863	28	28	100%
3	1	7890	43	43	100%
3	2	2822	27	27	100%
3	3	2274	24	24	100%
3	4	5920	31	31	100%

2, 3 列目での判定精度が軒並み100%を記録した。

窓を閉めた状態での結果

列	番	照度	判定回数	検知回数	判定精度
4	1	2200	13	13	100%
4	1	650	48	38	79%
4	1	544	8	6	75%
4	4	682	4	4	100%
4	4	540	6	6	100%
4	4	262	4	4	100%

窓を開けた状態での結果

列	番	照度	判定回数	検知回数	判定精度
4	1	18000	19	15	79%
4	1	6200	40	6	15%
4	1	4510	16	6	38%
4	4	8650	6	5	83%
4	4	5700	30	5	17%
4	4	2776	7	6	86%

4列目になると窓を開けた状態で照度が高いと判定精度が著しく落ちていることがわかる。

列	番	照度	判定回数	検知回数	判定精度
2	1	18000	5	5	100%
3	1	16700	14	14	100%
4	1	18000	19	15	79%



窓を開けて照度が高い状態であっても2,3列目であれば判定精度が100%である。このことから明るさに加えて距離も判定精度に影響を及ぼしており、判定が不安定になると考えられる。



明るさの違いが影響を及ぼしている？

- ☆ 明るさの違いが判定に影響を及ぼす。
- ☆ 明る過ぎると判定が不安定となる。
- ☆ 明るさに距離が加わると強い影響を与える。
- ☆ 距離が近ければ強い明るさの影響も受けない。

以上を仮説検証の結果とします。



条件別検証

服装の違いによる判定精度の検証

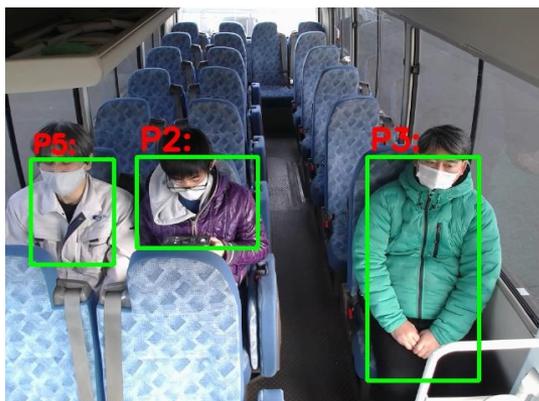
主に服装の色の違いが判定に与える影響についての検証。
事前テストにおいて服装の違いや色の違いが与える影響はないと確認していたが、バス内においても正しく人物判定できることを確認した。



条件別検証

複数人による人物判定の検証

複数人の人物に対しても正しく人物判定を行うことができた。
但し、人と人との距離が近い場面で2人の人物を1人と検知する事があった。人物検知から電話発信、警告通知まではその目的を達成しているが、人物検知という点において今後の課題とする。



条件別検証

類似物の誤判定の検証

人間と類似する物(猿やピノキオの人形)への誤認識テストを行った。人間と同じく手、足、胴体、頭があり目や鼻、口といった位置関係も非常に似ている人形に対して、人間との違いを正しく判定できるかどうかの検証を行った。



猿の人形に対する検証結果

列	判定回数	検知回数	判定精度
2	28	0	0%
3	12	0	0%
4	4	0	0%

ピノキオの人形に対する検証結果

列	判定回数	検知回数	判定精度
2	25	0	0%
3	67	35	52%
4	13	10	77%

猿の人形に対する誤判定はなかったが、ピノキオに対しては距離が離れるにつれて誤判定が起こった。

今回の検証から距離が離れるほど判定が不安定になることは確実で、この誤判定においても距離が影響していると思われる。

また逆説的に、距離が離れるにつれ誤判定が起こるという事から2列目では人形であることを正しく判定できていると思われる。

条件別検証

窓からの映り込み対策(映像遮断)の検証

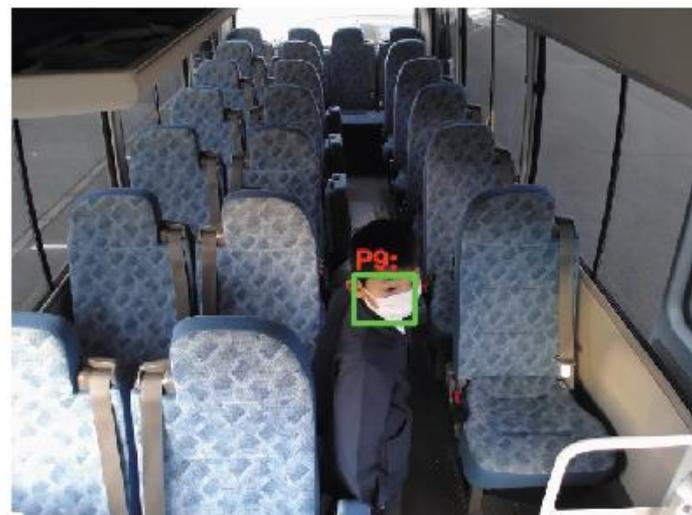
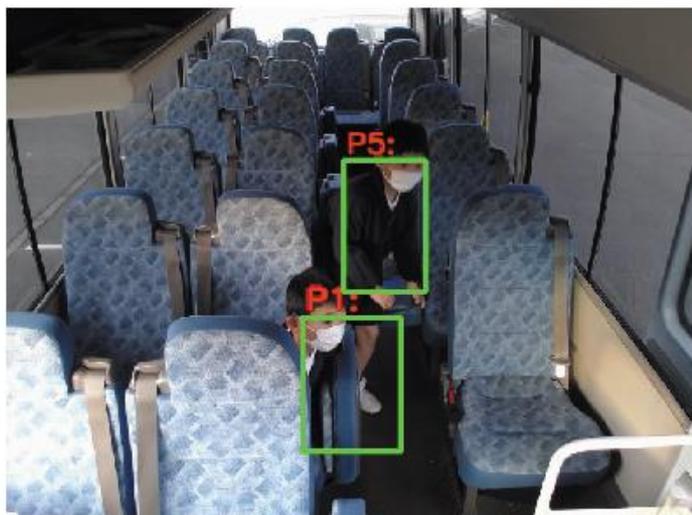
大きい窓から車外の人物の映り込みが起こり得ると考え、車外の映像を遮断し誤判定させないように調整を行いました。その結果、車内の人物判定に影響を与えることなく車外の人物に対する検知を減らすことを実現した。



条件別検証

子供の人物判定(体格差)についての検証

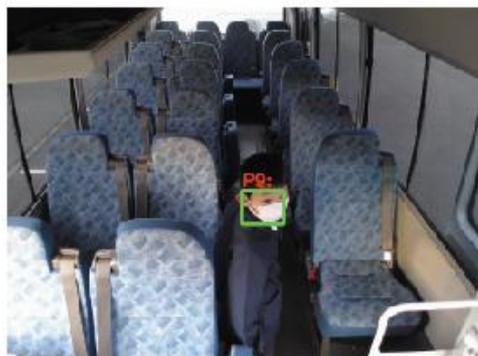
本事業の対象である置き去りにて、命危険が及ぶのは基本的に子供、幼児であると考え。そこで子供や幼児に対しても大人同様に人物判定が行えるのかの確認を行った。



条件別検証

子供の人物判定(体格差)についての検証

子供、幼児も大人同様に検出できることは確認できた。
検出ができなかった行動については、大人で再現しても検出が行えなかったことから、体格差による差はないものとする。
人物判定については今後の課題とする。





「システムの仕様について」

本実証実験において想定した機器の動作については、問題なくその動作確認が行え、仕様通りに人物検知から電話発信を行い警告通知することができた。人物検知の精度については今後も検証を重ねていく必要性を感じるが、その仕様については一定の評価に値すると言える。しかしながら、令和4年12月20日に国土交通省より発表された「送迎用バスの置き去り防止を支援する安全装置のガイドライン」に照らすと不適合な部分もあることから、製品化に至るには今後さらなる機器の選定、仕様の見直し、検証、開発が必要となってくる。

全体総括

本実験実験において実現したい事の多くは良い結果を得ることができた。特に機器の仕様通りの動作確認については、何らかの問題が発生した場合のエラー監視、通知を含むその全てを満たすことができた。また、車両内において人物検出が正常に動作することの確認ができた。この2点をもって、製品化に向け開発していくことが可能であると考える。但し、人物判定が不安定になる場面について、その原因が解明できていない状況も多く、判定に関わる条件も複合的要素が様々に混ざり合う事から検証によってそれを解明することは非常に困難であると考えている。よってカメラ画像を利用した人工知能による監視は一定の距離までとすることが望ましいと考える。また、国土交通省より発表されたガイドラインに沿った装置にするためには、機器の選定から再度行う必要もある。

以上のことから、今後製品化に向けて進めていくには複数台のカメラによる監視、もしくはカメラに加えセンサー等を利用した監視を行うことが適切である。