

AIサイクル自動判定システム



トンネル坑内の映像から施工サイクルを判定し、待機時間を大幅に削減

本システムは、（株）Lightblueとの共同開発技術です。

概要

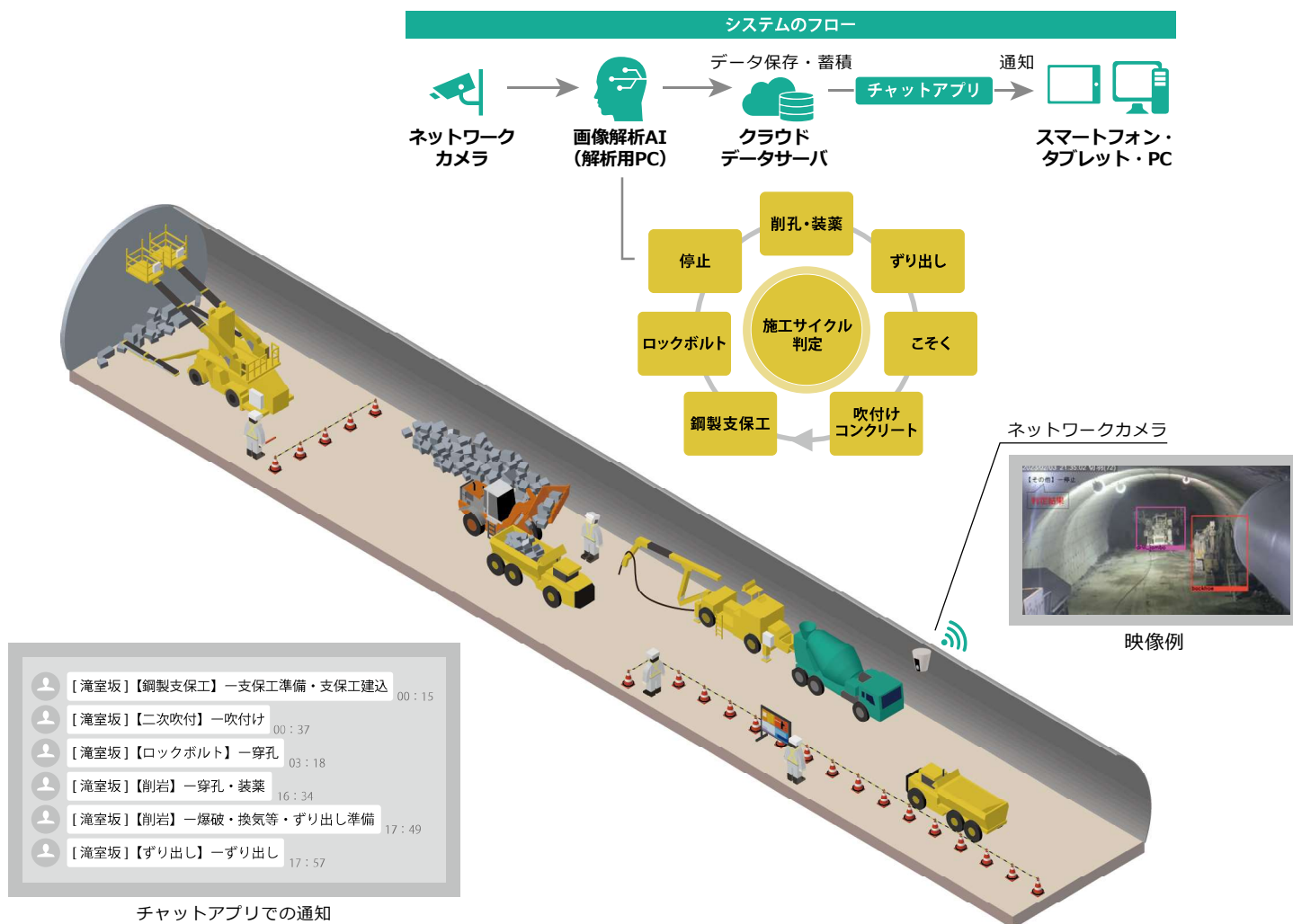
トンネル坑内に設置したカメラで重機の稼働状況を把握し、AIが施工サイクルを判定した結果を情報共有することで、現場の待機時間を大幅に削減するシステムです。

開発の背景

山岳トンネル工事の現場では、坑内作業の進捗状況を坑外から把握することが難しく、施工管理上の課題の一つとなっていました。これまで現場では、カメラ映像の情報や個人の経験・感覚などを頼りに進捗状況を推察しながら入坑のタイミングを計っていたため、想定が外れた場合には入坑した職員や各エリアの作業担当者が無用の待機を強いられていました。そこで、トンネル先端部の作業状況を可視化し、施工管理業務を効率的に進めるための情報共有ツール「AIサイクル自動判定システム」を開発しました。

システムの仕組み

本システムは、ネットワークカメラ、場内の高速通信網、解析用PC、クラウドデータサーバとチャットアプリで構成されます。トンネル切羽の後方に配置したネットワークカメラのライブ映像を画像解析AIにより解析し、施工サイクル（穿孔・装薬、ずり出し、こそく、鋼製支保工、吹付けコンクリート、ロックボルト、停止など）のうち、どの作業状態かを自動判定します。これらの判定情報は、クラウドシステムを介してチャットアプリのグループトークに自動でプッシュ配信され、いつでも・誰でも・どこからでも坑内の作業状況が確認できます。



画像解析AIによる施工サイクルの判定

本システムの精度を検証しました。
AI判定モデルの精度を評価するには、適合率（Precision）と再現率（Re-call）、および、そのバランスが重要な指標となります。適合率とは、AI判定モデルが検出した物体のうち正解の割合を示し、高い適合率とは誤検出が少ないことを意味します。再現率とは、実際に存在する物体のうち、AI判定モデルが正しく検出できた割合を示し、高い再現率とは正解の見落としが少ないことを意味します。どちらも高いことが理想ですが、両者はトレードオフの関係にあるため、バランスを取ることが重要です。

画像解析AIの学習には、約5,000枚の画像データを使用しました。トンネル施工サイクルでネットワークカメラに映り込む重機の種別の他、施工する重機の姿勢も学習させました。また、「施工サイクルの順番を考慮し、サイクルを無視するような不自然な判定の切り替えを防ぐ」などのルールを追加することで、施工サイクルの判定精度を向上させました。

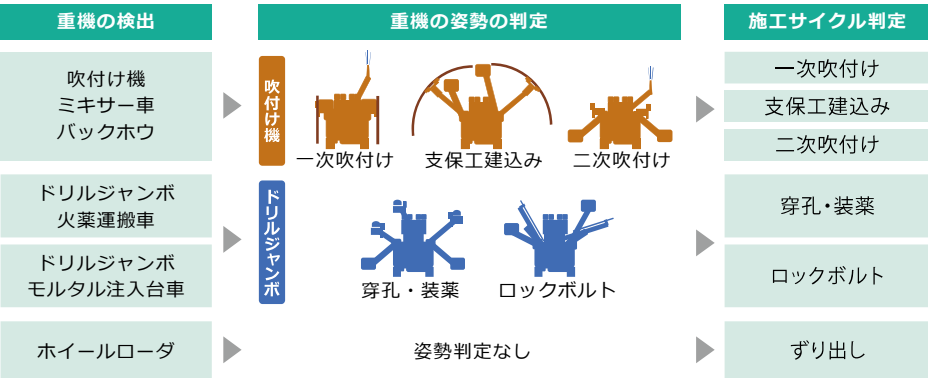
重機単体での適合率と再現率は、共に平均9割以上の高い精度を示しました。これにより、重機の組み合わせによる施工サイクルの判定精度も約8割に高めることができました。

種別	画像数	出現個数	適合率
バックホウ	1,170	889	0.967
吹付け機	1,170	253	0.974
ミキサー車	1,170	311	0.987
ドリルジャンボ	1,170	739	0.992
火薬運搬車	1,170	342	0.987
ホイールローダ	1,170	107	0.870
トラック	1,170	352	0.954
クラッシャー	1,170	360	0.941
マイポンプ車	1,170	273	0.987

画像解析AIによる重機の検出精度



吹付け機、ミキサー車、バックホウを検出

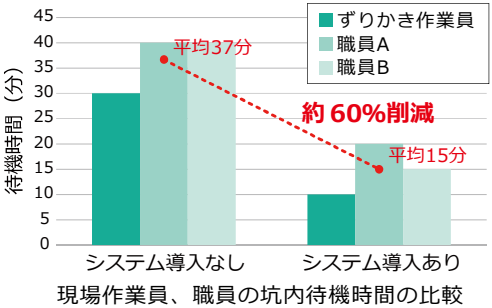


施工サイクル判定の例

「吹付けコンクリート」と「鋼製支保工」では吹付け機、ミキサー車、バックホウを検出します。「一次吹付け」と「二次吹付け」の間に「支保工建込み」の作業を学習させ、さらに施工時の重機の姿勢の違いを学習させることで判定のエラーを解消しました。

実証結果

「熊本57号 滝室坂トンネル西新設（二期）工事」でシステムの検証を行った結果、現場職員の坑内待機時間を約60%削減できました。



適用工事

- 中央自動車道 新小仏トンネル工事（東京都八王子市、発注者：中日本高速道路株式会社）
- 利賀トンネル（1工区）工事（富山県南砺市、発注者：国土交通省 北陸地方整備局）
- 熊本57号 滝室坂トンネル西新設（二期）工事（熊本県阿蘇市、発注者：国土交通省 九州地方整備局）

AIサイクル自動判定の応用「駐機場AI判定」

坑内の駐機場に配置されたネットワークカメラから、駐機場の周辺が通行可能かを判定します。
資機材などの準備作業では、重機が走路をふさいでしまうため、作業が終わるまで通過できません。通行可能から通行不可になるタイミング、または通行不可から通行可能になるタイミングでチャットアプリに通知します。