

機関点検支援システムの開発 — 熟練者のやり方を初心者へ —

国立研究開発法人 海上技術安全研究所

○沼野 正義
疋田 賢次郎
石村 恵以子

1

発表内容

1. 背景
2. 開発システムの概要
3. 適用(カスタマイズ)の手順
4. 点検シナリオの作成
5. 支援システムを用いた点検作業
6. 記録管理
7. まとめ
8. 他分野への応用

知識・技術・技能の伝承支援研究会 2015.07.29

背景

- 推進機関、発電機関の健全性は船舶の安全運航の要。
 - 適切かつ計画的な保全作業と日常の点検・保守作業が不可欠。
 - 高温、騒音、動揺、油污等々の厳しい環境下での機関室作業。
 - 現状は、点検結果をチェックリストにメモして、ログブック等に書き写している。
- ↓
- 現場での点検作業を的確に支援するとともに、書き写し不要、かつ適切な作業結果の履歴管理を可能とする支援システムの開発。

知識・技術・技能の伝承支援研究会 2015.07.29

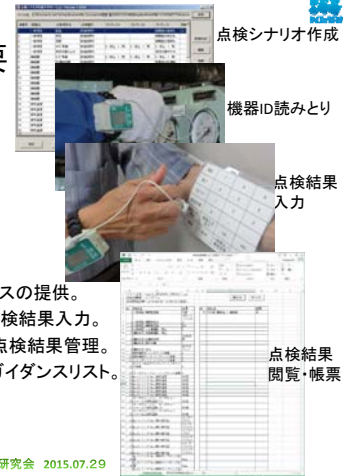
開発システムの概要

システムの要件

- 両手を使った作業を妨げない。
- 高騒音下でのガイダンス提供。
- 操作の容易性。
- カスタマイズの容易性。

システムの構成

- 点検シナリオに基づく音声ガイダンスの提供。
- ICタグリーダを用いた現場確認と点検結果入力。
- 機関室外での点検シナリオ管理、点検結果管理。
- 機器リスト、点検項目リスト、共通ガイダンスリスト。
= データ駆動型プログラミング

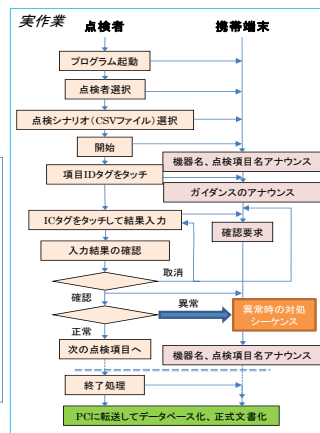


知識・技術・技能の伝承支援研究会 2015.07.29

システムの動作フロー

作業支援機能
・ガイダンス等の再アナウンス
・数値入力の上限、下限設定
・異常時のガイダンスへの分岐

・データ駆動型プログラミング手法を採用しているため、フローを進める共通ガイダンスを適切に設定することにより柔軟なフロー制御が可能。



知識・技術・技能の伝承支援研究会 2015.07.29 5

共通ガイダンス例(common_guide-ja.txt)

```

#-----
#%1には連番号が入ります。
#%2には機器名が入ります。
#%3には点検項目名が入ります。
#%4には点検結果(正常、異常、数値+単位の3種類)が入ります。
#%5には点検日時(yyyy/mm/dd hh:mm:ss)が入ります。
#%6には熟練度レベルが入ります。
#備考
# "値"は"値"と読まれるためひらがなとする。"あたり"
#-----
GUIDE_LOGIN=開始ボタンをタッチして、点検作業を開始してください。
GUIDE_START=点検作業を開始します。
GUIDE_CHK01=点検項目%1は、%2の%3の点検です。点検機器・項目IDタグをタッチしてください。
GUIDE_CHK02=点検項目%1は、%3の点検です。
GUIDE_OK_NG=OKまたはNGタグを読み取ってください。
GUIDE_INKEY=数値入力開始タグをタッチしてからテンキーで入力してください。
GUIDE_IS_OK=了解ですか。
GUIDE_RIGHT=了解しました。
*****
  
```

知識・技術・技能の伝承支援研究会 2015.07.29 6

共通ガイドンス例 (common_guide-en.txt)

```
#
# %1 is checking item order number.
# %2 is Machine Name.
# %3 is Check Item Name.
# %4 is Check Result (normal or abnormal, number + unit).
# %5 is date and time formatted in "yyyy/mm/dd hh:mm:ss".
# %6 is Skill Level (A, B or C).
# when TTS doesn't recognize "." at the end of sentence (in case of continual reading to the next sentence),
# try to insert space before ".".
# %n contains various characters, so insert space between %n and "."
# e.g., "%4."->"%4 ."
#
GUIDE_LOGIN=Touch the Start button or tag to start the check work.
GUIDE_START=Start the check work.
GUIDE_CHK01=Check item Number %1 is %3 of %2. Touch Item-ID tag.
GUIDE_CHK02=Check item Number %1, check %3.
GUIDE_OK_NG=Please touch OK tag or N.G. one.
GUIDE_INKYA=Please Get reading and input.
GUIDE_INKEY=Please Get reading and input it with a ten key after touching a numerical input start tag.
GUIDE_IS_OK=Confirmed, or not?
GUIDE_RIGHT=Confirmed.
*****
```

知識・技術・技能の伝承支援研究会 2015.07.29 7

適用(カスタマイズ)の手順

1. 既存チェックリスト、巡回経路に基づく点検シナリオの作成。**熟練者の巡回経路に沿って、点検時の注意点をガイドンスに盛り込む。**
2. 点検現場への機器IDタグの設置。
3. 試運用: 機器IDタグの設置場所、ガイドンス、結果入力、点検結果閲覧・帳票等の確認および見直し。
4. 本運用: 機関員、陸上管理者等からの意見の収集、改良。

知識・技術・技能の伝承支援研究会 2015.07.29 8

点検シナリオの作成

- チェックリストを基に、シナリオ編集アプリケーションを用いて、「機器名」、「点検項目名」、「点検種別」、「単位」、「音声ガイドンス(初心者用、中級者用、上級者用)」、「上限値」、「下限値」、「異常対応シナリオ名」等を1行とするカンマ区切りテキストを、1点検項目毎に作成し、これらを巡回経路に沿って並べたファイルを作成。
 - タブレットやスマートフォンにインストールした支援アプリケーションをデバッグモードで起動し、動作を確認。
→ 試運用 → 本運用 → (随時更新)
- 初心者用はOJT研修にも利用可能。

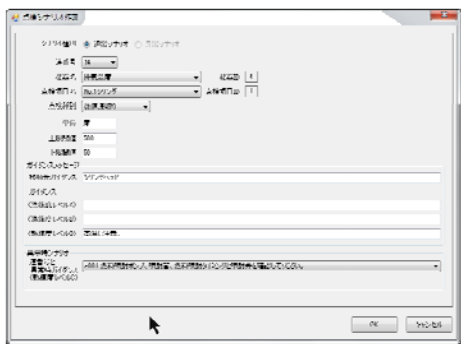
知識・技術・技能の伝承支援研究会 2015.07.29 9

点検シナリオ作成アプリケーション;一覧

No.	機器名	点検項目名	点検種別	タグID A	タグID B	タグID C	単位
1	スタートボタン	始動ボタン	動作確認				
2	一級項目	機関室外圧	数値読取り				機関室の外圧も、機関室の空圧も、機関室の空圧も
3	一級項目	機関室空圧	数値読取り				機関室の空圧も、機関室の空圧も
4	一級項目	冷却水温度	数値読取り	1	1	1	1
5	運転状況	発電機運転/停止	動作確認	1	1	1	1
6	運転状況	送電機運転	動作確認	1	1	1	1
7	運転状況	燃料ポンプ	動作確認	0	0	0	0
8	運転状況	送電機	動作確認	0	0	0	0
9	燃料ポンプ	燃料ポンプ	動作確認	0	0	0	0
10	燃料ポンプ	燃料ポンプ	動作確認	0	0	0	0
11	燃料ポンプ	燃料ポンプ	動作確認	0	0	0	0
12	燃料ポンプ	燃料ポンプ	動作確認	0	0	0	0
13	燃料ポンプ	燃料ポンプ	動作確認	0	0	0	0
14	No.タグ	No.タグ	動作確認				
15	No.タグ	No.タグ	動作確認				
16	No.タグ	No.タグ	動作確認				
17	No.タグ	No.タグ	動作確認				
18	No.タグ	No.タグ	動作確認				
19	No.タグ	No.タグ	動作確認				
20	No.タグ	No.タグ	動作確認				

知識・技術・技能の伝承支援研究会 2015.07.29 10

点検シナリオ作成アプリケーション;編集



知識・技術・技能の伝承支援研究会 2015.07.29 11

点検作業例



公開実験の様子
(2015.03.25)

知識・技術・技能の伝承支援研究会 2015.07.29 12

支援システムを用いた点検作業

1. ICタグリーダを装着して電源ON、タブレットまたはスマートフォンの支援アプリケーションを起動。
2. 作業者名を選択、パスワード入力。
3. 点検シナリオを選択、M0前点検、定時点検等、いくつかの種類がある場合は適切なシナリオを選択。
4. イヤホン、イヤマフを装着して、開始タグにタッチ。
5. 順次、音声ガイダンスに従って点検作業開始：移動ガイダンス、機器IDタッチ、作業内容ガイダンス、作業結果入力。
6. 完了アナウンスとともに支援アプリケーション終了。
7. 機関管理PCにタブレットまたはスマートフォンを接続して点検結果フォルダをPCにコピー。

知識・技術・技能の伝承支援研究会 2015.07.29 13

点検結果閲覧：

個別結果、帳票出力

No.	項目名	結果	項目名	結果
1	一般点検 機関室点検	OK	11	11号エンジン No.1排気温度
2	一般点検 機関室点検	OK	12	12号エンジン No.1排気温度
3	一般点検 機関室点検	OK	13	13号エンジン No.1排気温度
4	一般点検 機関室点検	OK	14	14号エンジン No.1排気温度
5	一般点検 機関室点検	OK	15	15号エンジン No.1排気温度
6	一般点検 機関室点検	OK	16	16号エンジン No.1排気温度
7	一般点検 機関室点検	OK	17	17号エンジン No.1排気温度
8	一般点検 機関室点検	OK	18	18号エンジン No.1排気温度
9	一般点検 機関室点検	OK	19	19号エンジン No.1排気温度
10	一般点検 機関室点検	OK	20	20号エンジン No.1排気温度

知識・技術・技能の伝承支援研究会 2015.07.29 14

点検結果帳票出力

点検結果

ファイル名: result_20140409_120504_1.csv
 点検作業者: ユーザーC
 点検開始日時: 2014/04/09 12:50:34(日曜日)

No.	項目名	結果	No.	項目名	結果
1	一般点検 機関室点検	OK	11	11号エンジン No.1排気温度	405度
2	一般点検 機関室点検	OK	12	12号エンジン No.1排気温度	405度
3	一般点検 機関室点検	OK	13	13号エンジン No.1排気温度	405度
4	一般点検 機関室点検	OK	14	14号エンジン No.1排気温度	405度
5	一般点検 機関室点検	OK	15	15号エンジン No.1排気温度	405度
6	一般点検 機関室点検	OK	16	16号エンジン No.1排気温度	405度
7	一般点検 機関室点検	OK	17	17号エンジン No.1排気温度	405度
8	一般点検 機関室点検	OK	18	18号エンジン No.1排気温度	405度
9	一般点検 機関室点検	OK	19	19号エンジン No.1排気温度	405度
10	一般点検 機関室点検	OK	20	20号エンジン No.1排気温度	405度

知識・技術・技能の伝承支援研究会 2015.07.29

15

記録管理

- 機関管理PCの点検結果閲覧・帳票アプリケーションを起動して、点検結果ファイルを選択、表示。
 - 点検結果閲覧・帳票アプリケーションの帳票出力ボタンにより帳票の印刷、内容確認の上署名。
 - 必要に応じて、点検結果閲覧・帳票アプリケーションの履歴確認機能を用いて点検結果の推移を確認。
- ↓
- 定期的に点検結果フォルダを陸上管理者に送り、保全計画立案等の参考データとする。

知識・技術・技能の伝承支援研究会 2015.07.29 16

点検結果閲覧；履歴表示例

日時	点検項目	結果
2014/04/09 12:50:34	一般点検 機関室点検	OK
2014/04/09 12:50:34	11号エンジン No.1排気温度	405度
2014/04/09 12:50:34	12号エンジン No.1排気温度	405度
2014/04/09 12:50:34	13号エンジン No.1排気温度	405度
2014/04/09 12:50:34	14号エンジン No.1排気温度	405度
2014/04/09 12:50:34	15号エンジン No.1排気温度	405度
2014/04/09 12:50:34	16号エンジン No.1排気温度	405度
2014/04/09 12:50:34	17号エンジン No.1排気温度	405度
2014/04/09 12:50:34	18号エンジン No.1排気温度	405度
2014/04/09 12:50:34	19号エンジン No.1排気温度	405度
2014/04/09 12:50:34	20号エンジン No.1排気温度	405度

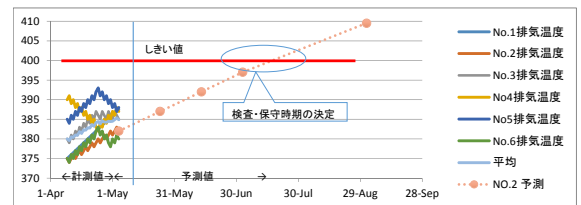
知識・技術・技能の伝承支援研究会 2015.07.29 17

点検結果トレンド表示例

アプリケーションプログラムを追加することにより変化傾向をグラフ化することが可能です。

[例]

- 排気温度の変化傾向から保守時期を決定する



知識・技術・技能の伝承支援研究会 2015.07.29 18



まとめ

- 開発した支援システムを実際に使用していただくために、航海訓練所および内航船の運航者と共同研究を実施。外航船を対象とした英語システムも共同研究にて開発中。
- 実務者の評価、助言をもとにシステムを改良、実用に供する予定。巡回点検支援だけでなく、適切なシナリオを作成して、
 - 教育、訓練への応用
 - 機関部乗組員交代に伴う引継ぎへの応用
 - 陸上からの作業指示と作業報告への応用

を検討中。

→ 様々な分野に応用可能。

他分野への応用

-知識・技術・技能の伝承支援-

- 作業支援は
作業対象とガイダンスのセットをシーケンシャルに綴ったシナリオに従って作業を誘導支援する。同時に作業結果を記録する。
- 知識・技術・技能を上記の作業シーケンスに書き下せれば、これをシナリオとしてガイドすることが可能である。
- 特に、シーケンシャルな現場作業に対するガイダンス提供に有効と考えられる。
- 作業ガイダンスを質問に作業結果の入力を、質問への回答とすることにより、理解の程度を判定することも可能と考えられる。

知識・技術・技能をシーケンシャルな対象とガイダンスのセットに書き下すコンパイルのようなアプリケーションを開発すれば、ガイダンスシナリオの自動生成が可能となると考えられる。