

実例 2 で取り上げた「在宅高齢者向け見守りシステム」を題材とし生成 AI と TRIZ の手法を組み合わせた発明創出プロセスにおける、人間と AI の間の仮想的なやり取りの例を以下に示します。

仮想対話例: AI-TRIZ による高齢者見守りシステムの発明

ユーザー:

こんにちは。在宅で一人暮らしの高齢者のための新しい見守りシステムを開発したいと考えています。特に、転倒や急病といった緊急事態を早期に検知しつつ、本人のプライバシーは最大限尊重したいです。カメラを使った監視は、寝室や浴室などでのプライバシー侵害の懸念が大きいので避けたいです。ウェアラブルセンサーも、装着を忘れたり嫌がったりするケースが多いと聞きます。

この課題に対し、TRIZ の手法とあなたの能力を組み合わせ、革新的な解決策のアイデアを生み出す手伝いをしてもらえますか？

生成 AI:

こんにちは。承知いたしました。プライバシーに配慮した高齢者向け緊急事態検知システムの開発ですね。TRIZ の体系的なアプローチと私の情報処理能力を組み合わせ、アイデア創出をお手伝いします 1。

まず、問題をより深く理解するために、いくつか確認させていただきますか？

1. 特に検知したい「緊急事態」とは、具体的にどのような状況を想定されていますか？（例：転倒、ベッドからの転落、長時間の無反応、特定の健康指標の急変など）
2. 「プライバシーの尊重」について、許容できるレベルや具体的な懸念事項はありますか？（例：映像記録は不可、音声記録も不可、個人を特定できない形式なら可など）
3. 想定される利用者の健康状態や生活環境について、補足情報はありますか？（例：特定の持病、認知機能の状態、住居の間取りなど）
4. 既存の見守り技術（緊急通報ボタン、人感センサー、マットセンサーなど）で、特に問題と感じている点は何でしょうか？

これらの情報を基に、関連技術(各種センサー技術、AIによる行動認識・異常検知⁴、プライバシー保護技術など)の調査と分析を進めます¹⁴。

ユーザー:

ありがとうございます。

1. 検知したいのは主に「転倒」と、転倒後の「起き上がれない状態」、あるいは急病による「突然の意識消失や動けない状態」です。
2. プライバシーについては、特に寝室や浴室を含む居住空間全体で、映像による監視は絶対に避けたいです。音声についても、常時録音や会話内容の記録は避けたいです。個人を特定できないセンサーデータ(動きの有無、位置情報、特定の音響イベントなど)の利用は許容範囲です。
3. 利用者は基本的な日常生活は自立しているものの、加齢による転倒リスクが高まっている独居高齢者を想定しています。
4. 既存技術では、緊急ボタンは本人が押せない状況では無力です。人感センサーは単純な在/不在しか分からず、転倒などの具体的な状況把握ができません。マットセンサーは設置場所が限定的です。

生成 AI:

詳細な情報ありがとうございます。課題の核心は、「緊急事態を確実に検知するために詳細な情報(情報の量)が必要」である一方、「プライバシー保護のためには監視レベルを下げ、個人の情報を取得しない(作用の有害な要因を減らす)必要がある」という点にあると理解しました。これは TRIZ における典型的な「技術的矛盾」と考えられます¹⁷。

この矛盾を TRIZ の標準パラメータにマッピングすると、改善したいパラメータは「#26 情報の量 (Amount of Information)」、それによって悪化するパラメータは「#31 作用の有害な要因 (Object-Generated Harmful Factors)(プライバシー侵害)」と表現できます²²。この矛盾の定義でよろしいでしょうか？

ユーザー:

はい、その矛盾の定義(#26 情報の量 vs #31 作用の有害な要因)で問題ありません。的確に問題を捉えていると思います。

それでは、この矛盾を解決するために、TRIZ の 40 の発明原理の中で、どのような原理が有効と考えられますか？ 候補をいくつか提案してください。

生成 AI:

承知いたしました。矛盾「#26 情報の量 vs #31 作用の有害な要因」を解決するために、TRIZ の矛盾マトリクスおよび関連知識ベースから推奨される発明原理は以下の通りです 23。

- **#24 仲介物 (Intermediary):** 目的の作用を達成するために、中間的な物体やプロセスを利用する。非視覚的なセンサー(例:レーダー、音響センサー)を介して情報を得ることで、直接的な監視(カメラ)を避ける応用が考えられます。
- **#35 パラメータ変更 (Parameter Changes):** 物体やシステムの物理的状態、濃度、柔軟性、温度などを変更する。ここでは、収集するデータの「状態」を変更する、つまり生データではなく、プライバシーに配慮した抽象化された情報(例:異常スコア、活動レベル)に変換して利用する応用が考えられます。
- **#1 分割 (Segmentation):** 物体を独立した部分に分割する、または時間的に分割する。常時詳細なデータを送るのではなく、異常が検知された場合のみ必要な情報を通知するなど、時間的な分割が考えられます。
- **#15 ダイナミック性 (Dynamics):** システムやその一部を、動作中に最適に変化できるようにする。平常時は最小限の監視を行い、異常の兆候が見られた場合にのみ、より詳細な検知モードに移行する、といった動的な対応が考えられます。

これらの原理が、プライバシーを守りながら必要な情報を得るためのヒントになる可能性があります。

ユーザー:

提案ありがとうございます。特に「#24 仲介物」と「#35 パラメータ変更」の考え方が、カメラを使わずに状況を把握するという今回の目的に合っているように感じます。

これらの原理、特に非視覚センサー(仲介物)とデータ抽象化(パラメータ変更)を活用して、具体的な見守りシステムのアイデアをいくつか生成していただけますか？

生成 AI:

承知いたしました。発明原理「#24 仲介物」と「#35 パラメータ変更」に基づき、プライバシーに配慮した非視覚センサーを用いた見守りシステムのアイデアをいくつか生成します 26。

1. 【アイデア 1: ミリ波レーダー活用型(仲介物+パラメータ変更)】

- 居室にミリ波レーダーセンサー¹⁸を設置します。このセンサーは、カメラを使わずに人の存在、位置、動き、さらには転倒姿勢や呼吸・心拍といったバイタルサインを検知できます。
- 収集されたデータ(点群データなど)は、個人を特定する映像情報を含みません(仲介物)。
- センサー側または宅内のエッジデバイスで AI がデータを解析し、「転倒の可能性」「長時間の無呼吸」「離床」といった「状態」(パラメータ変更)のみを判断し、異常時に通知します。生のセンサーデータは外部に送信しません。

2. 【アイデア 2: 音響センサー活用型(仲介物+パラメータ変更)】

- 居室に音響センサー⁵を設置します。
- AI が平常時の室内音(生活音)パターンを学習します。
- 転倒時の衝撃音、うめき声、助けを求める声、あるいは異常な静寂(長時間無音)といった、平常時とは異なる「異常音響パターン」(パラメータ変更)を AI が検知した場合にのみ、アラートを発します。会話内容などは記録・解析しません(仲介物)。

3. 【アイデア 3: 環境センサー+行動パターン分析型(パラメータ変更)】

- 複数の安価なセンサー(人感センサー(PIR)¹³、ドア開閉センサーなどを)を家中に設置します。
- AI がこれらのセンサー情報から、居住者の日常的な「活動パターン」(パラメータ変更: 起床時間、トイレ頻度、部屋移動、外出/帰宅時間など)を学習します⁴。
- 学習したパターンから著しく逸脱した場合(例: 長時間トイレから出てこない、深夜に家を出たまま戻らない、日中全く動きがない)を「異常状態」として検知し、通知します。個々のセンサーデータそのものではなく、活動パターンの変化を捉えます。

4. 【アイデア 4: マルチセンサーフュージョン型(仲介物+パラメータ変更+ダイナミック性)】

- ミリ波レーダー¹⁸と音響センサー⁵など、複数の非視覚センサーを組み合わせます(仲介物)。

- 宅内のエッジ AI が、これらのセンサーからの情報を統合(フュージョン)し、平常時の複合的な行動・環境パターンを学習します⁴。
- AI が単一センサーでは判断が難しい複合的な異常(例:レーダーが転倒姿勢を検知し、同時に音響センサーが衝撃音を検知)を判断した場合(ダイナミック性)にのみ、具体的な状況を示唆するアラート(パラメータ変更:「転倒の可能性(高)」など)を送信します。

これらのアイデアは、プライバシーへの影響を低減しつつ、緊急事態検知の実現を目指すものです。

ユーザー:

たくさんのアイデア、ありがとうございます。アイデア 4 の「マルチセンサーフュージョン型」が、単一センサーの弱点を補完し、検知精度とプライバシー保護のバランスが最も良さそうに思えます。

このアイデア 4 について、AI は具体的にどのようにして「平常時のパターン」と「緊急事態」を区別するのでしょうか？もう少し詳しく教えてください。

生成 AI:

アイデア 4 の「マルチセンサーフュージョン型」における AI の役割についてご説明します。

AI は、機械学習、特に時系列データ分析や異常検知に適したアルゴリズム(例:リカレントニューラルネットワーク(RNN)、LSTM、オートエンコーダなど)²⁸ を用いて、設置された複数の非視覚センサー(ミリ波レーダー、音響センサー、温度センサー、ドアセンサー等)から得られるデータを統合的に分析します。

1. 平常時パターンの学習:

- システム導入後、一定期間(数日～数週間)のセンサーデータを収集し、AI が居住者の「通常の」生活リズムや行動パターンを学習します⁴。
- これには、部屋ごとの滞在時間、移動パターン、睡眠時間、トイレの頻度と時間、活動レベル(ミリ波レーダーによる動き検知)、室内の典型的な音響レベル(音響センサー)、平常時の呼吸数範囲(ミリ波レーダー)などが含まれます。AI はこれらの複合的なパターンを「ベースライン」としてモデル化します。

2. 緊急事態(異常)の検知:

- AI はリアルタイムで収集されるセンサーデータを常に監視し、学習した「ベースライン」と比較します。
- 緊急事態は、このベースラインからの「統計的に有意な逸脱」または「事前に定義された危険なパターン」として検知されます⁵。
- 逸脱の例:
 - ミリ波レーダーが急な大きな動き(転倒を示唆)を検知し、その後、長時間動かない状態が続く。
 - 音響センサーが大きな衝撃音を検知し、その後、うめき声や助けを求める声が続く、あるいは全く音がしない状態が続く。
 - 平常時活動しているはずの時間帯に、複数のセンサー(PIR、ミリ波)が長時間にわたり全く活動を検知しない。
 - ミリ波レーダーが検出する呼吸数が、異常に低い、または検出できない状態が続く。
 - 深夜など、通常外出しない時間帯に玄関ドアセンサーが開いたままになっている。
- AI は、単一のセンサー情報だけでなく、複数のセンサー情報を組み合わせることで、誤報を減らし、より確度の高い異常検知を目指します(例:転倒姿勢+衝撃音)。

3. 通知(パラメータ変更の適用):

- 異常が検知された場合、システムは生のセンサーデータを送るのではなく、検知された異常の種類(例:「転倒の可能性が高いです(リビング)」「長時間応答がありません(寝室)」)を、事前に設定された連絡先に通知します⁴⁰。これにより、プライバシーに配慮しつつ、緊急性を伝えます。

留意点:

このシステムの精度は、学習データの質と量、アルゴリズムの選択と調整、そして個々の利用者の生活パターンの変動性に依存します²⁹。誤検知(正常な状態を異常と判断)や未検知(異常を見逃す)のリスクを完全にゼロにすることは困難であり、最終的な状況確認や対応判断には、人間の介在(家族や介護者による確認、場合によっては音声による呼びかけ機能など)が依然として重要となります。

ユーザー:

非常に分かりやすい説明、ありがとうございます。AI が複合的なセンサーデータから日常パターンを学習し、そこからの逸脱を捉えることで、プライバシーを守りつつ異常を検知するというアプローチは、非常に有望だと感じました。誤検知のリスクは考慮すべき点ですが、開発を進める価値のある方向性だと思います。

今回の AI-TRIZ によるアイデア出しは大変参考になりました。
