The 26th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence, 2012

2I1-R-4-1

人間行動モデル CHARM の看護師研修への実践に向けて

Towards Deployment of Human Action Model CHARM into Nurse Training

西村悟史[*1] 笹嶋宗彦[*1] 來村徳信[*1] 平尾明美[*2] 服部兼敏[*2] 高岡良行[*3] 溝口理一郎[*1]
Satoshi Nishimura[*1] Munehiko Sasajima[*1] Yoshinobu Kitamura[*1]Akemi Hirao[*2]
Kanetoshi Hattori[*2] Yoshiyuki Takaoka[*3], and Riichiro Mizoguchi[*1]

[*1] 大阪大学産業科学研究所 I.S.I.R, Osaka University
[*2] 神戸市看護大学 Kobe City College of Nursing
[*3] 株式会社エネゲート Enegate Co, Ltd

The authors are developing a framework toward practice on nursing training with human action model which we proposed as CHARM (Convincing Human Action Rationalized Model). Simulation training has become increasingly popular in healthcare. We developed a framework which applies CHARM to pre-learning and reflection phase in simulation training. Although CHARM is a goal-oriented model, our framework enables transformation of the model from goal-oriented viewpoint to sequence-oriented one both of which are important to learn sequences of the nursing care through the simulation. At the same time, our framework deals with reflection learning with the CHARM by incorporating movies which record learners' activities through the training.

1. はじめに

あらゆる組織において知識の継承と共有は重要であり，それは医療・看護領域においても例外ではない．特に看護領域においては，昨今の看護師不足[厚生労働省 10]から医療の質の低下が懸念され看護師一人一人の質の向上が求められる．また，専門技術を持つ者のほとんどがそうであるように，看護師も学校を卒業し免許取得後も勤務する病院において研修を受け，専門知識の習得を行っている．そのような知識習得に用いられる文書に看護手順書がある．看護手順書はその病院で行われている様々な看護行為について自然言語で記述しまとめたものである．そのような看護手順書が新人看護師の教育やインシデント対策などのために管理・蓄積されている．従来はこの看護手順書を読んだ後に On the Job Training で知識を定着させることが進められてきたが，近年ではシミュレーション研修が注目を集めている[深澤 11]．シミュレーション研修とは，実際に臨床現場で起こりうるシナリオに沿って行動しながら，学習者が自分の持つ知識を確認し技術を高めていくような研修である．シミュレーション研修で対象となる知識は看護手順に関するもので，点滴の準備や患者とのコミュニケーションなどの日常的に行われるような手順を始め，心肺停止やアナフィラキシーショックへの対処などの迅速な対応を要する救急救命手順のようなものまで多岐にわたる．特に近年では，生理学モデルを搭載し学習者の行動に応じてその状態を変化させる高度な患者シミュレータを用いた研修が行われている．そのようなシミュレータによって，臨床現場同様に状況の変化に対応することを学ぶことができる．また，実際の患者を対象に研修するわけではないため，シミュレーションの様子を音声や映像記録，各種モニタの値などを保存し，研修後に参照することで振り返り学習を行いやすいという特徴も備えている．

一方で，シミュレーション研修の有効性を十分に活かすためには，適切な事前学習が必要となる．シミュレーション研修は一般にシナリオに沿って行われるが，そのシナリオに現れる看護行為を一通り実行出来なければ研修を満足に行うことが出来ない．そのため，研修で行われる看護行為に関して一通り実行できるだけの流れを理解していることが学習者には求められる．また，研修時に変化する状況に応じて臨機応変に行動できるための事前知識を身につけることも重要である．これは臨床現場でも同様であるが，シミュレーション中は状況が常に変化し，学習者による判断が求められるためである．

シミュレーション研修においても基本的な看護手順を学習するためには看護手順書が用いられるが，看護手順書には以下のような問題がある．まず，自然言語文であるために，語句の意味が不明確であり，あいまいな解釈ができる場合がある．次に，手順書は行うべき行為を時間に沿って順に記述した手順中心の記載となっているため，行為をどのような目的のために，また，なぜその順序で行うのかといったことが分かりにくくなるといった問題もある．つまり，記述されている行動やその順序の根拠が明確ではないという問題があるといえる．また，一般に，ある目的を達成するためには複数の手法があるが，それらの代替手法の一覧性が低いことも問題としてあげられる．そのため，手順書を利用した教育を受けた看護師の中には想定外の状況に柔軟に対応できないといった問題が確認されている．

そのような手順書の問題点を解決するための手段として，筆者らは CHARM(Convincing Human Action Rationalized Model)と呼ぶ人間行動モデルを提案している[西村 11a]. CHARM は(1)意味が明確で計算機理解可能な表現形式を備え，(2)行為の目的を明示化することができ，(3)一つの目的を達成するための代替手法間を比較しやすく，一つの方法が選択された場合の選択理由を明示化できるといった 3 つの特長を備えている．

本稿では，これらの特長を備える CHARM の看護師研修への実践に向けた取り組みについて紹介する．

2. CHARM による看護行為の構造化

CHARM は看護行為を実行する根拠，記述された治療法の選択理由までを含めて表現するモデルである．株式会社 MetaMoJi によって商品化が進められている OntoloGear [OntoloGear]を用いて記述した気道確保の手順に関する CHARM の一部を図 1 に示す．

図 1 の CHARM では「気道確保する」という医療行為を気道が閉じた状態から開いた状態への状態変化であると捉え，その目的を「気道確保する」という楕円ノードで表現している．楕円ノードの上の長方形ノードはそれを実行する主体を表している．行為は医療従事者にとって馴染みの深い語彙を用いて表現しているが，システム内部では約 90 語の意味が定義された機能語彙を用いており，計算機が意味を理解することができる(前述

連絡先：西村悟史，大阪大学産業科学研究所 知識システム研究分野，〒567-0047 大阪府茨木市美穂ヶ丘 8-1，Tel:06-6879-8416，Fax:06-6879-2123，e-mail:nishimura@ei.sanken.osaka-u.ac.jp

の特長 1). 気道確保する行為を達成するための方式としては気管切開法と管挿入法があり, それらは青色の正方形ノードで表されている. これらは, 人間の気管を切開して気道確保する方式と, 人工の管を気管に通して気道確保する方式をそれぞれ概念化したものである. これらの達成方式は OR の関係にあり, どちらでも「気道確保する」行為を達成できることを表している(前述の特長 3). 管挿入法では, 目的となる行為である「気道確保する」行為を「口から肺の軸を真直ぐにする」行為と「人工気道を傷病者に挿入する」行為と「人工気道を固定する」行為の三つの行為に分解している. これらは AND の関係にあり, 順番に実行することで上に書かれた「気道確保する」行為が達成されることを表している. すなわち, CHARM では行為の系列の上に書かれた行為が目的として明示化される(前述の特長 2). また, 「気管切開法」の下に示すように方式を適用する条件も記述しており, ここでは「上気道が閉塞」している場合で「気管挿管不可能」な場合にこの方式が適用されることを表現している. そして, 図中右側の八角形ノードで示すように医療従事者にとって起こることが望ましくない不具合も併記している. 不具合は看護行為との関係を明示しているため, 行為の根拠がより明確になる. ここでは, 気管挿管方式を選択したことが原因となり, 「気管と気管チューブの間に隙間がつくられ」, 「異物が気管に入ってしまう」ことを起こりうる不具合として書いている. また, この不具合は「カフによって隙間を埋める」行為によって防止できるといったような不具合とそれを防止する看護行為との関係も記述されている.

このように, CHARM を用いて看護行為を構造化することで, 目的や起こりうる不具合との関連性が明確になり, 目的を達成するための方式の一覧性を高めることが出来た. この CHARM によって, 何のために行為を実行するのかを意識させ, 状況に合わせた適切な方式を選択させることで, 学習者の臨機応変な看護を支援することが期待できる.

3. CHARM の看護師研修への実践に向けて

3.1 看護行為の一連の流れの表現

前述の通り, シミュレーション研修ではシナリオに沿って看護師が行動する. そのため, 事前学習ではシミュレーション研修で行う看護行為の一通りの流れを理解しておくことが最低限必要となる. そのことから, 事前学習に使う教材は看護行為の時間的な流れを追いやすいものが適切であると考えられる. そこで, CHARM の時間順序表現について考察を行った.

(1) 基本的な時間順序表現

CHARM のあるレベルにおける部分行為列においては, 原則的に, 時間は左から右に流れていると暗黙的に解釈される. それは, 部分行為の間には原則的に情報などを含むなんらかの対象物が行為の入出力物として流れており, その入出力物の流れに沿って時間も流れていると解釈できるからである. OntoloGear 上でも行為間の対象物の流れを明示的に記述できるため, 行為を並行に行う場合も含めて, 対象物の流れに沿った簡易的な時間順序表現がなされていると言える. しかしながら, 記述が煩雑になることから, 行為自体の時間区間やその重なりなどについては厳密には表現を行っておらず, それが次節で説明する不都合の原因となっている. また, 実応用上の要請から, 原則からははずれるが明示的な対象物の流れのない行為列を, 看護手順書に現れる順序に沿って左から右に並べている部分もある.

しかし, たとえ適切に順序が表現できている場合でも, ある目的を達成するための方式が複数書かれている場合には, 部分行為列を順に並べて表示すると実行順序の流れが途切れてしまう. このような複数の選択可能な方式を記述して学習者に提示することは, 状況に応じて適切な方式を選択し柔軟に行動するために必要な知識であると考えられるが, 行為の流れを学習したいという学習者にとっては不都合となりうる.

(2) 行為の時間区間の重なりがある場合の不都合

図 2 に示すように行為 A, B のように大きなレベルの粒度で行為間に実行時間の重なりがあるような場合を考える. すると, 行為 A を分解した行為 a1, a2 と行為 B を分解した行為 b1, b2 の実行開始点と実行時間幅が図 2 右図に示すようになることがありえる. その場合, 部分行為の実行順序は a1, b1, a2, b2 と表現されるべきである. しかし, CHARM として目的指向でこれらの行為を構造化すると, 図 2 左図のようになり, CHARM の原則である左から右に行為実行が行われていると捉えると, a1, a2, b1, b2 の順に実行しているように捉えられてしまう. これは図 2 右図で示される実行順序とは異なる.

ただし, このような場合でも行為の前提条件を明示することによって適切な順序を生成できることがある. 行為や機能にはそれを実行するためにはそろっていなければならない前提条件が存在する場合が多い. 例えば, 電気式除細動を行う直前に除細動器の充電を行う行為では, 万が一の感電を防ぐために誰も傷病者に接触していない状態が前提条件となる. このような条件を記述することで図 2 のような場合でも順序を生成することができる. 先の例では, 「除細動する」ための部分行為として「充電する」, 「電流の通り道を作る」, 「電気ショックをする」という順番に中間目的のレベルでは行為が並んでいる. その「充電する」行為(図 2 中 A に相当)の部分行為には「除細動器の電源を入れる」行為や「電気ショックの程度を調整する」行為(図 2 中 a1 に相当)があり, 「電気を溜める」行為(図 2 中 a2 に相当)がある. 一方で, 「電流の通り道を作る」行為(図 2 中 B に相当)の部分行為に「傷病者から酸素や周囲の人を離す」行為(図 2 中 b1 に相当)がある. すなわち, 図 2 中の a2 に相当する「電気を溜める」行為は図 2 の b1 に相当する「傷病者から酸素や周囲の人を離

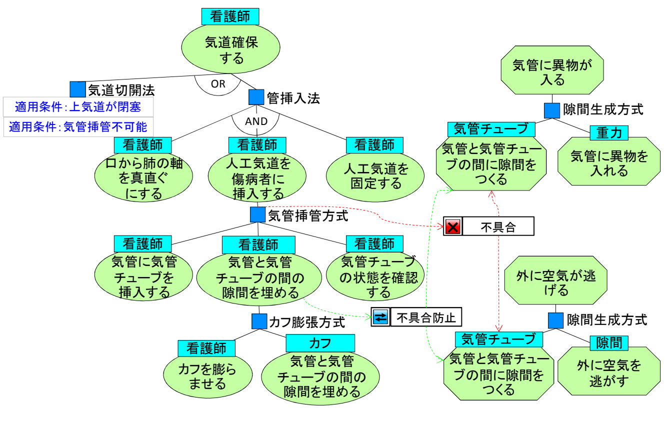


図 1.気道確保 CHARM の一部

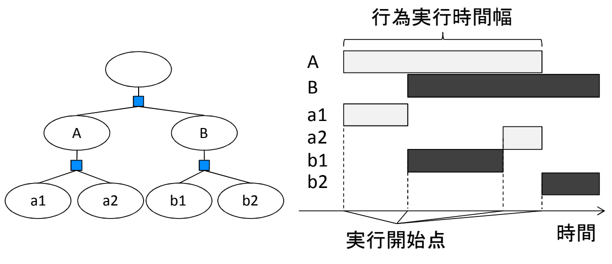


図 2.CHARM における行為実行順序の入れ替わり

す」行為より後に行われるはずであるが，前提条件なしでは図 2 と同様の記述となり，順序を十分に表現することはできない．しかし，前述の「電気を溜める」行為は誰も接触していない状態でなければ実行できないという前提条件を付加することで適切な順序を表現することが可能になる．

(3) 慣習等によって決められる順序の表現

しかし，これまでに構築した CHARM を検討したところ，このような前提条件を CHARM に明示的に記述しても，手順書と同等の順序を論理的には表現できない場合があることが分かった．例えば，病状が急変した患者の存在を他の医療従事者に連絡してから一人でも実行可能な処置を行うような場合である．この場合は前者が他の医療従事者という処置に必要な人を用意することを目的とした行為であるのに対して，一人でも可能な処置というのは患者を治療することを目的とした行為である．すなわち，これらの行為は直近の目的達成に注目すると異なる目的のために実行される行為であると捉えられる．そして，一人でも実行可能な処置は，情報が他の医療従事者に伝わっていなくとも実行可能であることから，前提条件に基づいた論理的表現では順序を表現することが出来ない．このようなケースは，慣習的に順序が決定されている場合があり，このような慣習的に決定された順序に関しても表現したい場合には，明示的に順序を記述する必要がある．

また，上記で挙げた前提条件を付加しても順序を決定づけることができないような例では，行為を並列に実行できる可能性がある．先の例の連絡行為と処置行為は現場に居合わせた人間が複数人いることで並列に実行可能である．そのため，順序を決定づけることが出来ない理由が慣習によるものなのか，並列に実行可能であるためなのかは対象知識に詳しい者による区別が必要である．このような考察に基づき，順序に着目して一連の流れが読みとりやすい表現形式への変換について考慮した．

3.2 振り返り学習の支援

一般的に自分の学習した内容について振り返りを行い，その知識を定着させるという方法が学習において効果的であることが知られている．前述したシミュレーション研修の特徴からもシミュレーション研修は振り返り学習を行うための材料をそろえやすく，実際に行われることも多い．また，後述するように CHARM によって振り返り学習を支援することも期待できる．特に今回のようなシミュレーション研修においては学習対象が行動に関するものであるため，学習者の行動を振り返るために研修時の動画を用いた振り返り学習について検討する．

シミュレーション研修時には順序に強く注目して学習対象となる知識を認識している．そして，それを撮影した動画を用いた振り返りにおいてもそのように順序に注目した振り返りになりがちであることが考えられる．しかし，そのような順序指向での振り返りでは研修時と同じ視点からの追体験になってしまう可能性がある．研修時の動画はそのときの自分の行動を振り返るための貴重な資料であるため，研修時と同じ視点から振り返るだけではなく，別の視点からも振り返ることが学習効果の向上に寄与すると考えられる．そして，状況に応じて適切な看護を行うためには，行動の根拠を含めてその状況での体験を振り返ることが効果的であると考えた．

一方で，CHARM は順序指向ではなく目的指向で知識を構造化している．そのため，CHARM 中の各行為はそれが何のために実行されるのかという目的を持っている．それにより，各行為にシミュレーション研修時に撮影した動画を対応づけることで，動画も目的というコンテキストを持つことができる．すなわち，CHARM に対応づいた動画を参照することで，研修時に行った自分の行動をどのような目的やその場の状況の下で行っていたのかという行動の根拠を含めて再確認することができる．

また，CHARM には代替手法や起こりうる不具合を明示化しているという特徴も備えている．シミュレーション研修では基本的には一通りの手法しか経験することができない．振り返り時に CHARM を用いることで，自分が実行した手法以外の手法があることを学習したり，シミュレーション時には起らなかった不具合が実際には起こっていたかもしれないといったことを学習したりすることができる．また，方式に記述された適用条件を参照することで，シミュレーション研修時に選択した方式が適切であったかの検討も研修後に時間をかけて行うことができる．研修時には望ましくない不具合事象には遭遇しなかったとしても実際の現場では起こることがある．CHARM には起りうる不具合が予め記述してあるため，振り返り動画で研修を振り返りながら，このときにこのような不具合が起きていたかもしれないといったことを自分の経験と照らし合わせながら学ぶことができる．不具合に対する対処法や防止法についても併記しているので，不具合と組みにして学んだり，研修時に自分が防止法を適切に行えていたかを確認したりすることができる．

4. CHARM Pad とその利用イメージ

4.1 CHARM Pad の概要

CHARM Pad[西村 11b]は図 3 に示すように CHARM を表示するアプリケーションを実装したタブレット端末である．タブレット端末特有のドラッグやピンチ操作によって，CHARM の移動，拡大縮小を行うなど直感的な操作が可能となっている．また，行為ノードや方式ノードをダブルタップすることによるノードの展開・縮約機能を備えており，ユーザは必要な粒度で手順を参照することができる．そして，行為に関連する動画像の表示機能も備えている．これにより，文章のみでは表現しにくい内容を補完できる．この機能は前述の振り返り学習にも利用する．

前節の考察に基づき，シミュレーション研修に CHARM を利用するために，この CHARM Pad の改良を行った．

4.2 目的指向と順序指向の形式変換

看護師があらかじめ設定した順序と方式どおりに表示する機能を実装した．順序指向での表示形式を考える際には従来の手順書を参考にした．従来の手順書は横書きであることが多く，縦向きに読み進めていく．一方で，シミュレーション研修で重要となる実行順序は CHARM では左から右に流れていくため，従来の手順書とは読む方向が異なっている．このことは学習者がツールを使う際の心理的障壁になりうると考え，図 4 に示すように順序指向表示では縦向きに行為の流れが表されるような表示形式にした．

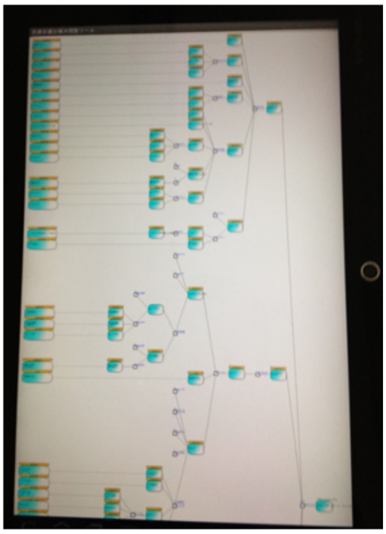
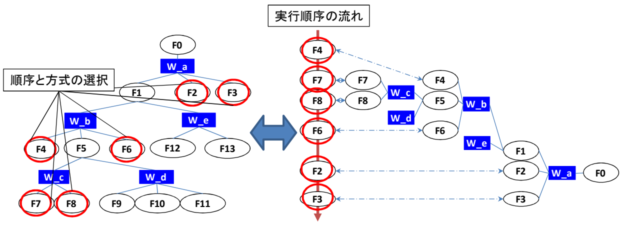


図 3.CHARM Pad

実装はタブレット端末を縦向きに持ち替えた場合に順序通りに上から下に向



a. 目的指向表示　　　b.順序指向表示

図 4. 目的指向と順序指向の形式変換

けて手順が並ぶようなインタフェースとした(図 4b 参照). その状態から横向きに持ちかえた場合には従来通り木構造の CHARM を表示する(図 4a 参照). これにより, 順序指向で学習したい学習者はタブレットを縦向きに持ち, 従来通りの手順書と同じ感覚で学習し, 目的指向で学習したいと考えたときにはタブレットを横向きに持ち替えるだけで今まで閲覧していた手順的知識を目的指向で構造化された形に変形して学習を続けることができる.

また, 複数人で実施する行為に関しては, 主体ごとに実行順序系列を並べて生成する機能も備える. これによって, 学習者の行為と医師や他の看護師の行為との関係が理解しやすくなり, 医療従事者間での連携を学ぶことを支援する.

4.3 振り返り学習支援機能

CHARM Pad は動画ファイルと行為ノードを対応づける機能を有している. これを利用してシミュレーション研修時に撮影した動画を行為ノードに対応づけることで振り返り学習の支援を行う. シミュレーション研修時に撮影した動画は行為ノードの単位で区切り, 対応する行為ノードに対応づける. これにより, 前述の通り, 学習者は CHARM の持つ目的や代替手法, 起こりうる不具合との関連性が明示化されているという特徴を利用した振り返り学習を行うことができる.

4.4 利用イメージ

以上のような機能を持つ CHARM Pad のシミュレーション研修での利用イメージを示す.

心肺蘇生のシミュレーション研修を例に利用イメージを示す. 学習者は研修の事前学習として心肺蘇生法の一連の流れを順序指向表示で確認する. その際に, 例えば心肺蘇生の一部として, カフを膨張させる行為があるが, その目的が気になった場合には目的指向表示に切り替えることでカフを膨張させる行為が気管と気管チューブの間の隙間をなくすことであるということを学ぶことができる. 逆に, 目的指向表示で体系的に学習することもできる. 例えば, 換気することを目的して行う行為について学習すると, バッグバルブマスク利用方式やポケットマスク利用方式などいくつかの方式があることが分かる. ここで, 目的指向表示から順序指向表示に表示を切り替えることで, 方式によって見渡しにくくなっていた全体の流れを見渡すことが可能になり, 換気する行為の全体の中での位置づけを確認するといった学習もできる.

そのような事前学習の後, シミュレーション研修を受ける. 学習者は事前学習で学習した流れを思い出しながら研修を進めていく. また, 目的指向で学習した目的毎に適用可能な方式を思い出して, 研修中に出会う状況毎に適切な方式を選択し, 実行する. 目的指向で構造化された知識にあらかじめ触れておくことで, 研修中に目の前で行われている行為だけでなく, 目的を意識した行動も期待できる.

研修後には, 研修時の様子を動画で振り返りながら, CHARM で目的等の確認を行う. 例えば, 研修時には慌ただしく周りの指示に従って気管挿管をしただけで目的を意識することが出来ていなかったとしても, 振り返りの際に CHARM を参照することで時間をかけて空気の通り道を確保するという目的を確認し, 自分の経験と結び付けて知識を定着させることが期待できる. また, 研修時には起こらなかった異物が気管に入るといった不具合が実際には起こっていたかもしれないということを CHARM から学び, 研修時のような状況でこの不具合が起こりうるということも経験に結び付けて学習することができる. 同様に, 研修時には状況が異なっており使わなかった代替方式が存在するといった周辺知識も同時に学ぶことができる.

5. 今後の展望

今後は, 目的指向と順序指向の表現の相互変換や CHARM と動画や画像などの対応づけるコンテンツとの関係について考察を深めていきたい.

前述の通り, 目的指向で記述した CHARM は行為の実行順序の表現が適切に出来ない場合がある. 今回の実装では, 事前学習のために十分な順序表現ができるように順序を指定する方法をとった. しかし, 前提条件を付加することによる論理的な順序表現でどの程度研修に耐えうる表現が可能であるかの検討は十分には行っていない. 同時に, 前提条件としてどのような情報を付加することが順序を表現するために適切であるかの検討も今後行っていきたい. 今回はシミュレーション研修における学習の支援を対象としていたが, 順序表現に関する検討を進めることで, シミュレーションのシナリオ生成にも CHARM を適用し, 研修全体の支援を CHARM 中心に行うことを目指す.

また, 本稿では CHARM に振り返り学習用の動画を対応づけることを説明したが, 対応づけるコンテンツは動画に限らず画像やテキストなど様々なものが考えられる. 様々なコンテンツを CHARM のノードに対応づけることで目的指向インデックスとして CHARM を利用することが考えられる. そこで, 考慮すべき点として CHARM のどの粒度のノードにコンテンツを対応付けるかということである. CHARM は目的指向で構造化しており, そこに記述された行為は粒度を持っている.「気管チューブを医師に手渡す」のような詳細に表現された行為一つ一つに細分化して動画を対応づけることは適切ではないが, その動画から切り出したスナップショットを詳細手順に対応づけることはその行為をより精密に説明することに貢献するように思われる. このように, コンテンツによって対応づける行為の粒度は異なるものと考えられ, それらの関係について今後考察を深めていきたい.

また, 本年中に神戸市看護大学と複数の病院で CHARM Pad の学習応用に関する実験を計画している.

参考文献

[深澤 11] 深澤:看護基礎教育を巡る課題とシミュレーション教育, 医療機器学, Vol.81, No.3, pp.197-200, 2011

[厚生労働省 10] 厚生労働省:第七次看護職員需給見通しに関する検討会報告書, 2010.

[西村 11a] 西村, 他:行動根拠の納得と実行を促進する人間行動モデル CHARM－医療現場における看護手順書の記述を例として－, 第 25 回人工知能学会全国大会, 3G3-2in ,2011.

[西村 11b] 西村, 他:臨機応変な看護のための構造化看護手順ブラウザの試作, 第 31 回医療情報学連合大会, 2-J-3-3 , 2011

[OntoloGear] http://www.ontologear.com/