

**TCVN 11697-1:2016
ISO 9355-1:1999**

**YÊU CẦU ECGÔNÔMI ĐỐI VỚI THIẾT KẾ MÀN HÌNH
HIỂN THỊ VÀ BỘ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỀU KHIỂN -
PHẦN 1: TƯƠNG TÁC GIỮA NGƯỜI VỚI MÀN HÌNH
HIỂN THỊ VÀ BỘ TRUYỀN ĐỘNG ĐIỀU KHIỂN**

*Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators -
Part 1: Human interactions with displays and control actuators*

HÀ NỘI - 2016

Lời nói đầu

TCVN 11697-1:2016 hoàn toàn tương đương với ISO 9355-1:1999.

TCVN 11697-1:2016 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC 159 Ergonomi biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ tiêu chuẩn TCVN 11697 (ISO 9355), *Yêu cầu ergonomi đối với thiết kế màn hình hiển thị và bộ truyền động điều khiển* bao gồm các phần sau:

- TCVN 11697-1:2016 (ISO 9355-1:1999), Phần 1: Tương tác giữa người với màn hình hiển thị và bộ truyền động điều khiển;
- TCVN 11697-2:2016 (ISO 9355-2:1999), Phần 2: Màn hình hiển thị;
- TCVN 11697-3:2016 (ISO 9355-1:2006), Phần 3: Bộ truyền động điều khiển.

Yêu cầu ecgônômi đối với thiết kế màn hình hiển thị và bộ truyền động điều khiển -

Phần 1: Tương tác giữa người với màn hình hiển thị và bộ truyền động điều khiển

Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators –

Part 1: Human interactions with displays and control actuators

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này áp dụng cho việc thiết kế màn hình hiển thị và bộ truyền động điều khiển trên máy. Tiêu chuẩn này quy định các nguyên lý chung dành cho tương tác giữa người với màn hình hiển thị và bộ truyền động điều khiển, nhằm giảm thiểu các lỗi thao tác (của người vận hành) và đảm bảo tương tác hiệu quả giữa người vận hành và thiết bị. Việc tuân thủ các nguyên lý đóng vai trò quan trọng khi một lỗi thao tác (của người vận hành) có thể dẫn đến chấn thương hoặc ảnh hưởng tới sức khỏe.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

TCVN 11697-2 (ISO 9355-2), Ecgônômi - Yêu cầu ecgônômi đối với thiết kế màn hình hiển thị và bộ truyền động điều khiển - Phần 2: Màn hình hiển thị;

TCVN 11697-3 (ISO 9355-3), Ecgônômi - Yêu cầu ecgônômi đối với thiết kế màn hình hiển thị và bộ truyền động điều khiển - Phần 3: Bộ truyền động điều khiển;

TCVN 11697-1:2016

ISO 9241-10:1996¹⁾, *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) — Part 14: Dialogues principles* (Các yêu cầu ergonomic cho công việc văn phòng có sử dụng thiết bị đầu cuối hiển thị hình ảnh (VDTs) – Phần 10: Các nguyên tắc đối thoại);

EN 418, *Safety of machinery - Emergency stop equipment, functional aspects - Principles for design* (An toàn máy – Dừng khẩn cấp thiết bị, các khía cạnh chức năng – Nguyên lý thiết kế);

EN 614-1, *Safety of machinery - Ergonomic design principles – Part 1: Terminology and general principles* (An toàn máy – Các nguyên lý thiết kế ergonomic – Phần 1: Thuật ngữ và các nguyên lý chung).

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này, sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau:

3.1

Bộ truyền động điều khiển (control actuator)

Phần của hệ thống truyền động điều khiển được thao tác trực tiếp bởi người vận hành, ví dụ: bằng cách dùng áp lực.

3.2

Màn hình hiển thị (display)

Thiết bị dành để trình bày thông tin có thể thay đổi với mục đích làm cho mọi thứ hữu hình, nghe hoặc phân biệt được bằng xúc giác.

3.3

Người vận hành (operator)

Người hoặc nhóm người được giao nhiệm vụ lắp đặt, vận hành, điều chỉnh, bảo trì, vệ sinh, sửa chữa hoặc vận chuyển máy [EN 292-1²⁾].

4 Nguyên lý thiết kế đối với các mối quan hệ giữa người vận hành - nhiệm vụ

Các hệ thống người - máy được xem xét trong tiêu chuẩn này tương tự như những vòng kín: máy hiển thị thông tin cho người vận hành sử dụng bộ truyền động điều khiển để tác động đến máy, sau đó máy sẽ cung cấp phản hồi cho người vận hành, v.v...

Các hệ thống người - máy có thể bao gồm số lượng đơn vị hoặc phân hệ người - máy bất kỳ, mà tại đó một người vận hành đơn lẻ tương tác với một máy hoặc một quy trình. Một vài phân hệ có thể hoạt

¹⁾ Hiện nay ISO 9241-10:1996 đã được thay thế bằng ISO 9241-110:2008

²⁾ EN 292-1, *Safety of machinery - Basic concepts, general principles for design – Part 1: Basic terminology, methodology* (An toàn máy – Các khái niệm cơ bản, các nguyên tắc chung cho việc thiết kế - Phần 1: Thuật ngữ, phương pháp luận cơ bản).

động độc lập hoặc tương tác với nhau. Khi xem xét những yêu cầu cụ thể dành cho một phân hệ người - máy, cần đánh giá cách thức phân hệ tương tác với cả hệ thống xét trên tổng thể.

Hơn nữa, các hệ thống người- máy là một phần của những hệ thống phức tạp hơn. Ví dụ, môi trường vật lý (tiếng ồn, chiếu sáng...) cũng như môi trường xã hội và tổ chức, có thể ảnh hưởng tới hiệu quả vận hành của các hệ thống người - máy.

Kiến thức về các nguyên lý ecgônômi là nền tảng cho việc triển khai thành công hệ thống người - máy. Đặc biệt, điều quan trọng là bảo đảm các hệ thống được thiết kế như một quy trình lặp lại giữa người thiết kế và người sử dụng. EN 614-1 đưa ra khuôn khổ kết hợp các nguyên lý ecgônômi trong quá trình thiết kế cần được tính đến khi tiến hành thiết kế các loại máy. Khuôn khổ này có thể hỗ trợ các nhà thiết kế trong việc tính toán những nguyên lý có trong tiêu chuẩn này.

Một nhân tố quan trọng được xét đến chính là yêu cầu về trình độ của người vận hành trong hệ thống để hoàn thành nhiệm vụ được giao. Phụ lục A tóm tắt thông tin về khả năng của con người khi tương tác với máy. Người thiết kế cần cân nhắc việc hoạch định phân bổ một chức năng cụ thể trong hệ thống người - máy có phù hợp với khả năng của con người hay không. Nếu không phù hợp, người thiết kế cần phải thiết kế lại hệ thống. Kết quả của việc thiết kế lại này là một hệ thống (hoặc phân hệ) có thể không có sự tham gia của người vận hành.

Nguyên lý tổng thể liên quan đến các hệ thống người - máy là máy và các yếu tố có liên quan (màn hình hiển thị, các chức năng điều khiển, các hướng dẫn...) cần phù hợp với người vận hành và nhiệm vụ được giao. Để thực hiện nguyên lý chung này, hệ thống máy phải được thiết kế sao cho phù hợp với các đặc điểm của người sử dụng xét về mặt thể lực, tâm lý và xã hội. Các điều sau đây giới thiệu về nguyên lý ecgônômi phải được xem xét khi thiết kế một hệ thống người - máy. Một số hướng dẫn về các phương pháp có thể được sử dụng để đạt được những nguyên lý này cũng sẽ được giới thiệu. Cần lưu ý, danh mục này không đầy đủ chi tiết, nhưng nó cung cấp một chỉ dẫn đầy đủ về các biện pháp thực hành cần được xét đến. ISO 9241-10 cung cấp thêm thông tin về các nguyên lý này khi chúng được áp dụng cho các phần mềm.

Khi phải thực hiện theo những yêu cầu này, điều quan trọng là các giải pháp đã chọn phải được kiểm tra căn cứ trên những điều kiện thực tế (xem EN 614-1).

4.1 Sự phù hợp đối với nhiệm vụ

Một hệ thống người - máy phù hợp với nhiệm vụ nếu nó hỗ trợ người vận hành trong việc hoàn thành nhiệm vụ một cách an toàn, năng suất, và hiệu quả.

4.1.1 Nguyên lý phân bổ chức năng

Việc phân bổ các chức năng sao cho phù hợp nhất giữa người vận hành và máy cần được quyết định sau khi xem xét các yêu cầu về nhiệm vụ, sức khỏe và các hạn chế của người vận hành.

Ứng dụng:

Đảm bảo máy không đặt ra những yêu cầu không thể chấp nhận được đối với người vận hành, ví dụ như về tốc độ và độ phản ứng chính xác, lực yêu cầu để vận hành bộ truyền động điều khiển, thậm chí trọng tải đối với những thay đổi nhỏ trong trạng thái hiển thị.

4.1.2 Nguyên lý tính phức tạp

Để phù hợp với các yêu cầu nhiệm vụ, các khả năng cần phải được đưa ra nhằm giảm bớt độ phức tạp. Cần phải đặc biệt lưu ý tới độ phức tạp của cấu trúc nhiệm vụ và dạng thức cũng như số lượng thông tin người vận hành phải xử lý.

Ứng dụng:

Khi thiết kế tương tác người - máy, tốc độ và độ chính xác là những biến số quan trọng cần được xem xét. Cần xác định rõ những nhân tố ảnh hưởng tới các biến số.

Ví dụ, trong khi đọc kiểm tra (các thông số), người vận hành đưa ra một đánh giá định tính rằng hệ thống có nằm trong các biên độ cho phép hay không. Độ chính xác của các hoạt động đọc này có thể được tăng cường nếu các con trỏ của màn hình hiển thị được sắp xếp theo một mẫu để có thể dễ dàng xác định được một hay số con trỏ lệch hướng khỏi mẫu bình thường (xem TCVN 11697-2 [ISO 9355-2]).

4.1.3 Nguyên lý tạo nhóm

Khi sắp xếp các màn hình hiển thị và bộ truyền động điều khiển để có thể dễ dàng kết hợp sử dụng bằng việc tuân theo những thủ tục sau đây khi tiến hành nhóm các hạng mục.

Ứng dụng:

Tại nơi mà các bộ truyền động điều khiển và màn hình hiển thị được vận hành theo một trình tự cố định, chúng phải được sắp xếp theo như trình tự đó. Sự sắp xếp này hỗ trợ người vận hành ghi nhớ trình tự và giảm thời gian phản hồi, cũng như tạo ít lỗi hơn.

Tại nơi mà các bộ truyền động điều khiển và màn hình hiển thị không được vận hành theo một trình tự cố định, thì việc tạo nhóm cần được xác định rõ bằng cách sử dụng các khía cạnh như sau:

- a) Tầm quan trọng của việc sử dụng an toàn máy;
- b) Tần suất sử dụng trong vận hành máy theo quy định;
- c) Sử dụng các yếu tố trong một dãy con (ví dụ, các chức năng điều khiển khởi động như đánh lửa, van điều tiết và bộ khởi động trên một chiếc ô tô);
- d) Mối quan hệ chức năng giữa các yếu tố (ví dụ: các tính năng điều khiển cần gạt nước và làm sạch trên ô tô).

Các khía cạnh trên không loại trừ lẫn nhau và một số yếu tố có thể xuất hiện nhiều hơn những hạng mục khác.

Do vậy vị trí của màn hình hiển thị và bộ truyền động điều khiển cần được bố trí sao cho:

- a) Các mục quan trọng và thường được sử dụng phải ở những vị trí dễ tiếp cận nhất;
- b) Các mục trong các dãy con nên được đặt cùng nhau;
- c) Các mục có liên quan về chức năng được đặt ở những nhóm tách biệt về hình ảnh và không gian với các mục khác.

Những màn hình hiển thị và các bộ truyền động điều khiển quan trọng, như được sử dụng trong tình huống khẩn cấp, sẽ được thiết kế và sắp xếp ở vị trí sao cho chúng có thể được sử dụng nhanh chóng và chính xác. Hướng dẫn về các thiết bị dừng khẩn cấp được giới thiệu trong EN 418.

4.1.4 Nguyên lý nhận dạng

Bộ truyền động điều khiển và màn hình hiển thị cần được nhận dạng một cách dễ dàng.

Ứng dụng:

Các nhãn ghi, ký hiệu và các văn bản thông tin hoặc biểu tượng khác cần được đặt trên hoặc liền kề với các bộ truyền động điều khiển và màn hình hiển thị tại vị trí chúng có thể dễ dàng nhìn thấy được trong khi vận hành các bộ truyền động điều khiển. Thông thường người ta lựa chọn bố trí các phương tiện nhận dạng như vậy ở cả phía trên hoặc nằm trên bộ truyền động điều khiển hay màn hình hiển thị.

4.1.5 Nguyên lý về mối liên hệ vận hành

Bộ truyền động điều khiển và màn hình hiển thị liên quan cần được bố trí để phản ánh được mối liên hệ vận hành giữa chúng.

Ứng dụng:

Bộ truyền động điều khiển phải được đặt liền kề với màn hình hiển thị liên quan nhằm làm cho mối liên hệ giữa chúng trở nên rõ ràng đối với người vận hành.

Hướng vận hành bộ truyền động điều khiển phải phù hợp với hướng của các phản hồi hệ thống liên quan và/hoặc các chuyển động hiển thị (xem TCVN 11697-2 [ISO 9355-2] và TCVN 11697-3 [ISO 9355-3]).

Nếu xảy ra lỗi trong hệ thống, thì nó cần phải được người vận hành phát hiện nhanh nhất có thể.

4.2 Sự tự mô tả

Giao diện người - máy cần được thiết kế để có thể tự mô tả, điều này có nghĩa là người vận hành có thể dễ dàng nhận ra màn hình hiển thị và các tính năng điều khiển cũng như hiểu được quá trình cơ bản.

4.2.1 Nguyên lý về thông tin sẵn có

Thông tin về tình trạng của hệ thống luôn có sẵn khi nhận được yêu cầu của người vận hành mà không gây cản trở tới các hoạt động khác.

Ứng dụng:

Việc xác nhận một thao tác của người vận hành đã được hệ thống chấp nhận phải được hiển thị ngay cho người vận hành mà không bị chậm trễ không cần thiết. Nếu việc thực hiện bị kéo dài, người vận hành cần được thông báo. Khi phù hợp, hệ thống sẽ trả lời ngay tức thì và đồng thời hướng người vận hành tới bộ truyền động điều khiển liên quan. Đối với các khoảng thời gian trễ lớn hơn 1 s, sự liên kết quan sát bị giảm bớt và phản hồi sơ bộ trở nên cần thiết.

4.3 Khả năng điều khiển

Người vận hành phải làm chủ hệ thống. Điều này có nghĩa là hệ thống và các thành phần của nó sẽ hướng dẫn người vận hành suốt quá trình thực hiện nhiệm vụ trong khi hệ thống vẫn chịu sự điều khiển trực tiếp của người vận hành. Người vận hành không nên bị chi phối bởi nhịp độ làm việc vốn có trong hệ thống.

4.3.1 Nguyên lý dự phòng

Cần đưa ra dự báo trước để bổ sung các màn hình hiển thị và tính năng điều khiển tại nơi dự phòng thuận lợi an toàn cho cả hệ thống.

Ứng dụng:

Trong những tình huống nhất định, hiệu quả và sự an toàn của một phân hệ thuộc vào khả năng trình bày thông tin bổ sung của hệ thống tới người vận hành. Thông tin quan trọng cần có sẵn từ các nguồn khác nhau. Liên quan đến các bộ truyền động điều khiển, một số yêu cầu của hệ thống có thể đòi hỏi một số chức năng nào đó cần được vận hành từ các vị trí khác nhau nhằm duy trì tốc độ, độ chính xác, sức khỏe và sự an toàn.

4.3.2 Nguyên lý về khả năng truy cập

Thông tin cần được truy cập một cách dễ dàng.

Ứng dụng:

Đảm bảo nơi bố trí các màn hình hiển thị trong phạm vi tầm nhìn của người vận hành. Thông tin quan trọng liên quan đến sự an toàn và thông tin thường xuyên được tham vấn, phải được đặt ở các khu vực trung tâm nơi liên tục được mắt lướt qua (xem TCVN 11697-2 [ISO 9355-2]).

Ngoài yêu cầu chung đối với vận hành bộ truyền động điều khiển, cần lưu ý thông tin có thể bị che do vị trí tay của người vận hành.

4.3.3 Nguyên lý về không gian di chuyển

Các chuyển động cơ thể để vận hành các bộ truyền động điều khiển không nên tạo ra sự bất tiện đối với người vận hành.

Ứng dụng:

Khoảng không gian giữa các bộ truyền động điều khiển riêng lẻ phải được tối ưu nhằm đảm bảo hiệu quả vận hành, bởi nếu quá nhiều khoảng trống có thể đòi hỏi những chuyển động không cần thiết, trong khi quá ít khoảng trống có thể gây ra vận hành nhảm. Nhằm xác định rõ khoảng không gian tối ưu, cần xem xét các đặc điểm riêng của từng bộ truyền động điều khiển, cũng như bối cảnh tổng thể mà bộ truyền động điều khiển vận hành, ví dụ: một số hệ thống được vận hành bởi những người đeo găng tay.

4.4 Tương thích với mong muốn của người sử dụng

Đặc tính dân cư và những mong muốn khác của người sử dụng về cách vận hành giao diện người - máy có ảnh hưởng lớn trong việc xác định cách thức một người vận hành sẽ sử dụng bộ truyền động điều khiển hoặc màn hình hiển thị. Dưới sức ép công việc, những người vận hành thường quay về với đặc tính dân cư của mình, thậm trí ngay cả khi họ đã được đào tạo để hành động theo một phương thức ngược lại.

4.4.1 Nguyên lý về sự tương thích với kiến thức

Chức năng, chuyển động và vị trí của các yếu tố của bộ truyền động điều khiển và màn hình hiển thị cần tương ứng với những gì mà người vận hành mong muốn từ kinh nghiệm làm việc hay đã được đào tạo từ trước.

Ứng dụng:

Những mong muốn mang tính thông lệ đóng vai trò quan trọng khi tiến hành áp dụng nguyên lý này. Ví dụ, có một khuôn mẫu khi quay đĩa số theo chiều kim đồng hồ để tăng đến một giá trị trên màn hình hiển thị và di chuyển một bộ truyền động điều khiển theo hướng tiến lên hoặc về bên phải để làm tăng giá trị đó.

4.4.2 Nguyên lý về sự tương thích với thực hành

Chức năng, chuyển động và vị trí của các yếu tố của bộ truyền động điều khiển và màn hình hiển thị sẽ tương ứng với những mong muốn dựa trên kinh nghiệm thực tiễn trong việc sử dụng hệ thống và hướng dẫn thao tác liên quan.

Ứng dụng:

Sau một khoảng thời gian, người vận hành sẽ quen dần với những lần phản hồi cụ thể của hệ thống và những xây dựng những mong muốn (thói quen) liên quan tới chúng. Những thao tác vận hành tương tự nên được trình bày theo các mẫu chung với việc tính đến thời gian phản hồi. Người vận hành cần được thông báo nếu thời gian phản hồi hệ thống sai khác những gì thường được kỳ vọng.

4.4.3 Nguyên lý nhất quán

Các phần tương tự của hệ thống người - máy cần vận hành theo một phương thức nhất quán.

Ứng dụng:

Bố trí, chức năng và chuyển động của các bộ truyền động điều khiển, màn hình hiển thị, và các thiết bị khác của hệ thống sẽ nhất quán và không được trao đổi trong một hay nhiều hệ thống, ví dụ: bộ truyền động điều khiển và màn hình hiển thị phải được sắp xếp theo cùng một trật tự.

Một tập hợp các mã số và biểu tượng nhất quán phải được sử dụng.

4.5 Khả năng chịu lỗi

Một hệ thống được cho là có khả năng chịu lỗi, nếu vẫn xuất hiện bằng chứng có lỗi trong hoạt động, đạt được kết quả dự kiến mà không có hoặc có ít hoạt động hiệu chỉnh.

4.5.1 Nguyên lý của việc hiệu chỉnh lỗi

Các hệ thống cần có khả năng thực hiện việc kiểm tra lỗi và cung cấp cho người vận hành phương tiện để giải quyết các lỗi đó.

Ứng dụng:

Nếu hệ thống có thể hiệu chỉnh một lỗi vận hành theo một số cách, thì người vận hành sẽ có cơ hội lựa chọn từ những khả năng này. Tuy nhiên, điều quan trọng là cần thông báo cho người vận hành về quy trình hiệu chỉnh để tuân theo.

Phải cung cấp thông tin đầy đủ trong từng tình huống nghiêm trọng để bảo đảm xử lý lỗi tối ưu. Nếu một lỗi hệ thống phát sinh, thì cần được người vận hành xác định càng nhanh càng tốt. Các thông báo lỗi cần được hiểu một cách dễ dàng. Người vận hành có thể thực hiện các thao tác cần thiết mà không cần xử lý thêm thông tin và từ hỗ trợ trong hướng dẫn vận hành.v.v... Người vận hành cần có khả năng lựa chọn giữa thông tin báo lỗi khẩn cấp hoặc chi tiết.

4.5.2 Nguyên lý về thời gian xử lý lỗi

Hệ thống phải cung cấp một khoảng thời gian đủ để người vận hành thực hiện khôi phục lại một cách đáng tin cậy từ bất kỳ lỗi nào.

Ứng dụng:

Đảm bảo người vận hành có đủ cơ hội để nhận dạng lỗi và có hành động hiệu chỉnh phù hợp trước khi hậu quả gây ra do lỗi trở nên nghiêm trọng.

Hướng dẫn về cách giảm thiểu khả năng mắc sơ xuất trong vận hành bộ truyền động điều khiển được giới thiệu trong TCVN 11697-3 (ISO 9355-3).

4.6 Sự phù hợp đối với việc phù hợp với từng cá nhân và kiến thức

Một hệ thống phù hợp cho việc cá nhân và học tập nếu nó có thể được điều chỉnh theo nhu cầu của từng cá nhân.

4.6.1 Nguyên lý về sự linh hoạt

Một hệ thống cần đủ linh hoạt để đáp ứng được sự khác nhau về nhu cầu cá nhân, khả năng tâm sinh lý chung, kiến thức và những khác biệt về văn hóa.

Ứng dụng:

Nếu có thể, người vận hành cần phải có khả năng tác động đến tốc độ tương tác.

Người vận hành có kinh nghiệm sẽ có khả năng xây dựng cấu trúc phản hồi để nó tương thích với mức độ hiểu biết của họ. Với cùng trường hợp, người vận hành chưa có kinh nghiệm cần có khả năng thiết lập mức độ phản hồi ở một mức phù hợp.

Trong một hệ thống phức tạp, hệ thống cần cung cấp cho người vận hành các lựa chọn thông tin tóm tắt hoặc thông tin chi tiết về hệ thống.

Liên quan đến hoạt động vận hành, hầu hết các bộ truyền động điều khiển có thể được vận hành tốt bằng cả hai tay. Tuy nhiên, các bộ truyền động điều khiển yêu cầu độ chính xác, và/hoặc tốc độ nhanh, thì việc vận hành cần có khả năng thao tác được bằng cả tay hoặc được thiết kế cho phép vận hành chính xác và/hoặc nhanh bằng cả tay không thuận.

Phụ lục A

(Tham khảo)

Người xử lý thông tin

A.0 Giới thiệu

Nhiều tiêu chí và nguyên lý về ergonomi bắt nguồn từ kiến thức có được trong các lĩnh vực về hệ thống người - máy và tâm lý học đại cương. Phụ lục này trình bày một số kiến thức cơ bản dưới dạng tổng quát của một số nguyên lý về cách thức con người xử lý thông tin. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng do sự phát triển nhanh chóng về mặt lý thuyết và kinh nghiệm trong lĩnh vực, đã có nhiều tư tưởng bất đồng quan điểm liên quan đến những vấn đề này. Do vậy, phần trình bày dưới đây được xem như một tập hợp những gợi ý tạm thời căn cứ trên một vài ý tưởng hiện tại về những vấn đề kể trên.

Hướng tiếp cận sau đây xem trí tuệ con người như một hệ thống xử lý thông tin. Trong hệ thống này, có ba phân hệ tương tác được phân biệt, cụ thể như sau:

- a) Hệ thống tri giác;
- b) Hệ thống nhận thức;
- c) Hệ thống vận động.

Như đã đề cập ở phần trên, trong thực tế việc phân biệt các hệ thống khác nhau của quá trình xử lý thông tin, điều quan trọng cần nhận thấy là những sự khác biệt thường trở nên mờ nhạt trong quá trình quan sát của người vận hành ở một tình huống thực tế. Do vậy, rất cần nhận thức được hoạt động thực hiện của con người luôn phản ánh sự tương tác và những kết hợp của nhiều phân hệ xử lý thông tin khác nhau và chính những tương tác này có thể tạo ra kết quả không thể dự đoán trước được.

A.1 Tổng quan

Phần trình bày dưới đây được sắp xếp theo các phần chính như sau: sự chú ý, tri giác, nhận thức, động cơ thực hiện và việc thực hiện hình thành nên các nhân tố. Do mối quan hệ mật thiết giữa các hệ thống đã bàn tới ở từng phần, nên trật tự trình bày mang tính không bó buộc và chủ yếu được dựa trên kinh nghiệm, phỏng đoán. Ví dụ, vấn đề về trí nhớ được thảo luận tại phần nhận thức, nhưng như đề cập ở trên, đặc điểm của trí nhớ là bao gồm nhiều hệ thống được bàn luận, ví dụ như: sự chú ý, sự kỳ vọng, v.v...

A.2 Chú ý

Trong nhiều tình huống, ví dụ: những tình huống có sự tham dự của người vận hành là con người trong một hệ thống người - máy, thì cá nhân có thể được xem như một kênh xử lý đơn lẻ với khả năng xử lý thông tin không nhiều hơn vài nguồn một lúc.

Sự chú ý thường hạn chế vào hai nguồn chính, thế giới nội tâm nghĩa là những suy nghĩ và cảm xúc từ cơ thể, và thế giới bên ngoài. Vì sự chú ý có thể được mô tả như một nguồn giới hạn, nên có thể có rất

nhiều sự cạnh tranh giữa các nguồn gây chú ý. Ví dụ, một người vận hành chìm trong những suy nghĩ hoặc ra quyết định có thể thiếu chú ý đến các sự kiện đang xảy ra ở thế giới bên ngoài. Kết quả của việc thiết kế các hệ thống người - máy là cốt yếu không để quá tải nguồn gây chú ý của người vận hành.

A.2.1 Chú ý có chủ đích và chú ý bắt buộc

Việc phân biệt giữa chú ý có chủ đích, hoặc được điều khiển và chú ý bị cưỡng ép bởi tác nhân kích thích cả bên ngoài lẫn bên trong tới người vận hành. Trong nhiều tình huống người - máy, người vận hành điều khiển kiểm soát các nguồn bên dưới bởi sự lựa chọn có chủ đích về nơi cần tập trung chú ý. Tuy nhiên, ở những tình huống khác nếu một tín hiệu mạnh hoặc được chờ đợi từ bên ngoài nảy sinh, thì người vận hành ngắt quãng điều khiển chú ý liên tục, và hướng sự chú ý vào nguồn của tín hiệu. Những sự kiện như vậy có thể tạo ra ảnh hưởng nhiễu loạn lên hoạt động của người vận hành, và do đó tạo ra chuông báo khẩn cấp, v.v... không được khởi động ở một trường hợp không cần thiết và những tín hiệu đó không làm sao nhãng người mà đối với họ các tín hiệu kia không hướng đến. Sự chú ý có thể tự động được điều chỉnh theo cảm xúc về sinh lý của người vận hành, ví dụ như tác nhân kích thích gây đau hoặc các cảm xúc sinh lý gắn với căng thẳng thần kinh. Những cảm xúc đó có thể gây cản trở tới sự chú ý có chủ đích đến nhiệm vụ.

A.2.2 Sự chú ý đồng thời tới một vài nguồn

Ở những điều kiện nhất định, con người cũng có khả năng thực hiện một số thao tác cùng lúc. Các đặc điểm sau đây của hệ thống người - máy có thể hỗ trợ tối ưu hóa các hoạt động này:

- Thu hẹp vị trí không gian giữa các màn hình hiển thị giúp xử lý song song. Tuy nhiên, trong trường hợp hiển thị thính giác, thì sự sắp xếp này không được khuyến dùng;
- Các màn hình hiển thị đầy đủ cũng có thể tăng cường khả năng xử lý đồng thời;
- Nếu hệ thống đòi hỏi xử lý đồng thời, thì người thiết kế cần cân nhắc đến việc sử dụng hình thức hiển thị cho các tri giác khác nhau, vì các tri giác khác nhau được giả định sẽ thu hút các nguồn gây chú ý khác nhau;
- Người thiết kế cũng cần xem xét tới việc nguồn gây chú ý cần được mở rộng ra hơn nữa nếu người vận hành không quen thuộc với hệ thống.

A.3 Hệ thống tri giác

Hệ thống tri giác chuyển hóa thông tin từ thế giới bên ngoài thành các hình ảnh tâm lý. Quá trình nhận diện một đối tượng có thể được xem như "nhận diện theo mẫu" tại nơi các đặc điểm của tác nhân kích thích được xử lý và so sánh với thông tin được lưu trữ trong trí nhớ lâu dài. Một người vận hành kinh nghiệm có khả năng nhận diện được các mẫu thời gian và không gian phức tạp. Ngay sau khi một tác nhân kích thích xuất hiện, thì một đại diện tác nhân kích thích bằng hình ảnh sẽ xuất hiện trong bộ nhớ hình ảnh và bằng âm thanh trong bộ nhớ âm thanh để trình bày thông tin. Những bộ nhớ giác quan lưu giữ thông tin được mã hóa về mặt sinh lý tương ứng với tác nhân kích thích ngoại lai.

TCVN 11697-1:2016

Các tín hiệu tương tự xuất hiện bên trong một chu trình xử lý đơn lẻ, có thể kết hợp thành một nhận thức đơn lẻ. Do đó có một giai đoạn quan trọng khi các tín hiệu không có khả năng nhận biết như một tác nhân kích thích đơn lẻ.

A.3.1 Thời gian suy giảm

Thời gian suy giảm (nửa vòng đời) đối với thông tin đã lưu trữ trong trí nhớ tri giác là khoảng từ 0,1 s đến 1 s đối với lưu trữ hình ảnh và khoảng 0,9 s đến 3,5 s đối với lưu trữ âm thanh.

A.3.2 Sự chú ý và sự kỳ vọng

Sự kỳ vọng của một người về một tác nhân kích thích hoặc một cấu hình tác nhân kích thích sẽ ảnh hưởng tới độ chính xác của việc nhận dạng. Ví dụ, một mong đợi mạnh mẽ cho rằng tác nhân kích thích của một dạng cụ thể sẽ xuất hiện, có thể dẫn tới việc nhận dạng tác nhân kích thích căn cứ trên một số ít đặc điểm hơn là trường hợp một tác nhân kích thích với sự kỳ vọng thấp hơn. Đặc điểm này của việc mong muốn liên quan đến tri giác đóng vai trò hết sức quan trọng trong việc thiết kế các bộ truyền động điều khiển và màn hình hiển thị. Ví dụ, bộ truyền động điều khiển chia sẻ nhiều thuộc tính hình dạng, có thể gây nên nhầm lẫn do người sử dụng có kinh nghiệm có thể chỉ sử dụng một số thuộc tính trong đó để nhận dạng.

A.3.3 Tổ chức tri giác

Một số nguyên lý, được biết đến như "Các nguyên lý Gestalt về tổ chức tri giác", xác định một cách chắc chắn để thông tin hình ảnh được xử lý theo kiểu trí não. Những nguyên lý này có thể được xem xét như những xu hướng tự nhiên và thừa hưởng một cách rộng rãi, phục vụ mục đích xây dựng cấu trúc thế giới bên ngoài thành những tri giác thống nhất (Gestalt).

- Nguyên lý về các trạng thái "gắn" là trạng thái những yếu tố xuất hiện rất gần với nhau được nhận thức như một đơn vị;
- Nguyên lý về các trạng thái "tương tự" là các đặc tính hoặc các đối tượng được nhận thức như một đơn vị;
- Nguyên lý về các trạng thái "mở rộng tốt" là trạng thái những yếu tố dễ dàng được tổ chức thành các hình mẫu đặc điểm. Các yếu tố phù hợp với những hình mẫu này dễ dàng được dò tìm thậm chí cả khi có sự xuất hiện của yếu tố gây nhiễu loạn;
- Nguyên lý các trạng thái "đóng kín" là khi có một chiều hướng tiếp tục lấp đầy một mẫu hình để nó phù hợp với "hình thức tốt", theo hình ảnh đơn giản và gần gũi;
- Nguyên lý về các trạng thái "cùng số phận" là nếu hai hoặc nhiều đặc điểm chia sẻ cùng một số phận chung (có nghĩa là một hướng chuyển động, chớp đồng bộ...) chúng sẽ được nhận thức như một đơn vị.

Những nguyên lý kể trên có thể đóng vai trò như một hướng dẫn bố trí các bộ truyền động điều khiển và màn hình hiển thị, và rộng hơn nữa những nguyên lý này đóng vai trò như nền tảng cho các nguyên lý ergônômi khác nhau về việc phân bổ màn hình hiển thị và bộ truyền động điều khiển.

A.4 Hệ thống nhận thức

Hệ thống nhận thức bao gồm hai loại trí nhớ quan trọng và liên quan đến nhau: trí nhớ dài hạn lưu trữ thông tin lâu hơn, và trí nhớ ngắn hạn lưu những thông tin đã được kích hoạt tạm thời mà người vận hành rất dễ tiếp cận.

A.4.1 Trí nhớ ngắn hạn (tạm thời)

Đặc điểm quan trọng nhất của trí nhớ ngắn hạn (hoặc đang làm việc) là sự hạn chế về khả năng, liên quan đến cả lượng thông tin có thể lưu trữ là tốc độ suy giảm của thông tin được lưu trữ.

Tốc độ suy giảm của trí nhớ ngắn hạn được xác định bởi nhiều yếu tố như việc sử dụng nhiều các chiến lược nhận thức, các giác quan tham gia (hình ảnh, âm thanh hoặc xúc giác), số lượng và đặc điểm của các đơn vị thông tin được kích hoạt v.v.. Tuy nhiên, trong thực tiễn những đặc điểm sau đây đóng vai trò cần thiết nhất:

- Càng nhiều đơn vị được lưu trữ trong trí nhớ tạm thời thì quá trình suy giảm càng diễn ra nhanh chóng;
- Khả năng của trí nhớ tạm thời bị giới hạn trong một vài đơn vị thông tin (có nghĩa là: các chữ cái, các từ, các con số...). Rất khó ước tính được con số chính xác về khả năng. Một gợi ý tạm thời cho thấy có khoảng từ 5 đến 9 đơn vị thông tin là hạn trên về số lượng thông tin được dễ dàng lưu trữ trong trí nhớ tạm thời;
- Các đơn vị thông tin càng tương đồng thì có thể xảy ra càng nhiều lỗi.

Người thiết kế hệ thống người - máy cần xét đến các giới hạn của trí nhớ tạm thời. Các gợi ý sau đây cần được tuân thủ:

- Không trình bày nhiều thông tin hơn mức cần thiết;
- Đảm bảo thông tin phù hợp để giảm bớt rủi ro xảy ra lỗi;
- Rất khó để đưa ra quyết định khi mà người vận hành được yêu cầu giữ quá nhiều đơn vị thông tin trong trí nhớ ngắn hạn (tạm thời).

A.4.2 Trí nhớ dài hạn

Đối với cả các lý do mang tính lý thuyết lẫn thực tiễn, có rất nhiều lợi ích trong việc phân biệt giữa hai loại cấu trúc trí nhớ dài hạn liên quan. Đầu tiên trí nhớ tường thuật có chứa các thông tin về kiến thức, ví dụ: sự nhận biết một bộ phận máy, ý nghĩa của một biểu tượng, các quy tắc an toàn v.v... Trí nhớ tường thuật cũng bao gồm trí nhớ về những kinh nghiệm cụ thể của một người. Một dạng chính yếu khác của trí nhớ được biết tới là trí nhớ thủ tục, hoặc trí nhớ lưu trữ các kỹ năng thuộc đủ mọi chủng loại.

A.4.2.1 Trí nhớ tường thuật

Đặc điểm riêng biệt của trí nhớ tường thuật có thể được giả định là đặc biệt quan trọng đối với nhà thiết kế các hệ thống người - máy như sau:

Việc triệu hồi trí nhớ khai báo xảy ra hoặc như (a) sự nhận dạng hoặc như (b) sự tái hiện lại ngẫu nhiên. Con người đã được phát hiện là có hiệu quả khá tốt về sự nhận dạng trong khi sự tái hiện lại ngẫu nhiên lại ít hiệu quả hơn tương ứng. Một ý nghĩa của các đặc điểm về trí nhớ mà người thiết kế cần trình diễn thông tin để có thể được nhận dạng thông tin càng nhiều càng tốt thay vì tin tưởng vào sự tái hiện ngẫu nhiên thông tin của người vận hành. Ví dụ: khi trình diễn thông tin trên thiết bị VDT, đôi khi sẽ tốt hơn nếu có một hệ thống trình đơn, mà tại đó các từng tính năng có thể được nhận dạng, thay vì phụ thuộc vào sự tái hiện ngẫu nhiên một số lệnh cụ thể của người vận hành.

Cũng được đề cập tới là sự tái hiện từ trí nhớ, phụ thuộc rất lớn vào tình huống. Nếu một số đặc điểm riêng biệt được học trong một tình huống cụ thể, thì sẽ dễ nhớ lại các đặc điểm riêng biệt đó hơn khi tình huống tương tự khi được học được trình diễn. Điều này có thể có nhiều hàm ý, ví dụ: trong thiết kế hướng dẫn và các sách đào tạo, để đem lại hiệu quả, cần cung cấp đủ những thông tin (ảnh minh họa, sơ đồ, v.v...) tương tự hoặc giống hệt với tình huống vận hành thực tế.

A.4.2.2 Trí nhớ thủ tục

Một khía cạnh quan trọng của trí nhớ thủ tục chính là các thực hành tốt các kỹ năng sẽ có xu hướng thực hiện chức năng hầu như tự động, với tính năng điều khiển có chủ đích và sự chú ý tối thiểu. Tuy nhiên, thực tế là ít đầu tư vào tính năng điều khiển có chủ đích và sự chú ý làm cho các nhiệm vụ này đặc biệt dễ gặp phải lỗi. Ví dụ, một người vận hành thực hiện một trình tự các hành động đã được luyện tập tốt có thể gặp phải lỗi do trong một số tình huống có sự sai khác khỏi hình mẫu hoặc tình huống thông thường, và cần có một ít chú ý nhiệm vụ để nhận diện những tình huống đó. Ví dụ, một người lái xe sử dụng một lộ trình nhất định có thể quên một mục đích mới làm cho người này bị lệch hướng khỏi lộ trình ở một vị trí nhất định.

A.4.2.3 Sự kỳ vọng

Như đã được chỉ ra ở phần trên, sự kỳ vọng của cá nhân đóng vai trò quan trọng nhằm hiểu được sự tái hiện từ trí nhớ. Nhìn chung, người ta cho rằng các giá trị mặc định nhất định gắn với các dạng thông tin khác nhau. Những giá trị mặc định này hỗ trợ trong việc cấu trúc thông tin và tạo ra sự chuẩn bị hành động. Tuy nhiên các giá trị mặc định cũng có thể, trong những trường hợp nhất định, dẫn một người đến giả định về một sự hiểu biết về cái không có trong tình huống ban đầu. Do đó, cách làm thông minh là luôn luôn phân tích dạng các giá trị mặc định nào người vận hành có thể lưu trữ trong mối quan hệ với các hệ thống máy. Các giá trị mặc định, như đã được đề cập trong tiêu chuẩn này, cũng mang tính quan trọng phổ biến hơn nhiều so với trong tình huống tái hiện lại thông tin từ trí nhớ. Đặc biệt, các quy ước liên quan đến bộ truyền động điều khiển và hiển thị di chuyển đóng vai trò cực kỳ quan trọng.

A.4.2.4 Các kỹ năng học tập

Khi một người đạt được một kỹ năng mới, quá trình này thường được bắt nguồn từ yêu cầu về sự chú ý, hướng tới sự tự động. Thông thường, sẽ mất một khoảng thời gian khá lâu để học một kỹ năng, để

kỹ năng đó có thể được thực hiện ở mức tự động. Ngược lại, các tường thuật "thực tế" nhất định về việc nhiệm vụ sẽ được thực hiện như thế nào, có thể, "về nguyên lý", mất một khoảng thời gian ngắn để học. Tuy nhiên, những tường thuật thực tế này, dù cho chúng được biết tới ở mức độ tường thuật, có thể không được thực hiện một cách có hiệu quả ở mức độ kỹ năng. Kiến thức có thể không được truy cập hiệu quả nếu kỹ năng không được luyện tập tốt.

A.4.2.5 Giải quyết vấn đề

Giải quyết vấn đề có thể được định nghĩa như thái độ được điều chỉnh để đạt tới một hoặc nhiều thành quả. Nhằm phân tích các tình huống giải quyết vấn đề, cách thiết thực là phân biệt giữa (a) trạng thái ban đầu, như là các điều kiện, quy tắc, và ràng buộc được đưa ra ngay từ khi bắt đầu quy trình xử lý vấn đề, (b) các trạng thái trung gian, có nghĩa là các trạng thái mà người giải quyết vấn đề trải qua trên đường hướng tới thành quả và (c) các đặc điểm của trạng thái đích/mục tiêu. Trạng thái ban đầu có thể đóng vai trò chủ chốt đối với kết quả giải quyết vấn đề. Liên quan đến giải quyết vấn đề trong tình huống các hệ thống người - máy, điều quan trọng là người vận hành phải được cung cấp kiến thức phù hợp để giải quyết được các vấn đề. Ví dụ, thiết kế tối ưu của một hệ thống nhìn nhận từ quan điểm vận hành thông thường có thể rất khác so với thiết kế tối ưu được nhìn nhận từ góc độ của một tình huống khẩn cấp, khởi động hoặc tắt. Bài học rút ra cho người thiết kế là xem xét hệ thống không chỉ từ quan điểm về vận hành thông thường mà từ các chế độ khác của thống khác. Ví dụ, nhằm tối ưu hóa thông tin về trạng thái ban đầu trong một kịch bản tai nạn, người thiết kế có thể xem xét các tách các bảng điều khiển dành cho các sự kiện có thể xảy ra.

Trong suốt các trạng thái trung gian của giải quyết vấn đề, các hành động khác nhau có thể được kiểm tra và đánh giá kết quả. Từ quan điểm người - máy, một nhân tố quan trọng trong suốt quá trình này là sự phản hồi, luôn cần phải thật nhanh chóng và chính xác. Sự phản hồi chậm từ hệ thống có thể dẫn đến việc người vận hành thực hiện các hành động mà sau đó được chứng minh là không mang lại hiệu quả.

Do căng thẳng nên việc giải quyết vấn đề có xu hướng suy giảm khiến người vận hành có thể thực hiện chức năng ở cấp độ mang tính "nguyên thủy" hơn. Một số loại "bẫy tâm lý" có thể thấy trong việc giải quyết vấn đề, ví dụ:

- Người vận hành thu hẹp sự chú ý tới các chi tiết và bỏ lỡ thông tin liên quan;
- Người vận hành cố định vào một ý kiến và bỏ lỡ việc kiểm tra các ý tưởng khác;
- Người vận hành mù quáng tuân theo một chỉ dẫn mặc dù các tình huống không còn liên quan tới chỉ dẫn riêng biệt đó nữa;
- Người vận hành hành động do dự mà không đợi phản hồi liên quan từ hệ thống.

Các chiến lược sau đây có thể được sử dụng để giảm bớt các loại vấn đề này:

- Nhấn mạnh thông tin liên quan phù hợp với tình trạng hiện thời của hệ thống;
- Cung cấp hỗ trợ cho người vận hành bằng cách đưa ra các chiến lược giải quyết vấn đề khác nhau;

- c) Cung cấp hỗ trợ cho người vận hành nhằm xây dựng kiến thức toàn diện về hệ thống;
- d) Cung cấp phản hồi cho người vận hành dưới hình thức những chỉ dẫn bổ sung tại nơi có thể;

A.5 Thời gian phản ứng của hệ thống vận động

Khoảng thời gian phản ứng được sử dụng như một thông số để đo khoảng thời gian được tính từ lúc một giác quan được kích thích cho tới khi một phản ứng của hệ thống vận động xuất hiện. Một cung phản xạ đơn giản, diễn ra khoảng 0,04 s, trong khi một khoảng thời gian phản ứng nhanh nhất có bao gồm cả bộ não là khoảng 0,15 s. Phạm vi thông thường của các khoảng thời gian phản ứng đối với những tín hiệu được mong đợi là giữa 0,2 s đến 0,3 s. Khi tín hiệu không mong đợi, thì thời gian phản ứng tăng lên hơn 0,5 s.

A.6 Thực hiện các yếu tố định hình

Các hệ thống người - máy đặt ra những yêu cầu cho người vận hành về căng thẳng, sự chán nản và các trạng thái khác của người vận hành. Kết quả thực hiện và khả năng xuất hiện lỗi có thể là một chức năng của những trạng thái trên của người vận hành. Do vậy, người thiết kế phải xét đến một số tình huống bên ngoài mà ở đó hệ thống sẽ được vận hành và xem xét nếu những tình huống này có thể gây ảnh hưởng tới kết quả thực hiện của người vận hành.

A.6.1 Căng thẳng gia tăng

Những ví dụ về các nhân tố có thể làm tăng mức độ căng thẳng của người vận hành là (a) những yêu cầu hiệu quả cao, (b) thời gian bị căng thẳng, (c) các hậu quả của việc gây lỗi cực kỳ tiêu cực, (d) các yếu tố môi trường như ồn và nhiệt.

Những ảnh hưởng đến kết quả đó gắn liền với các mức độ căng thẳng gia tăng nói chung:

- a) Thu hẹp sự chú ý của người vận hành trong quá trình thực hiện các nhiệm vụ đa yếu tố; thường xuyên ít chú ý đến những nhiệm vụ không có ưu thế/không nổi trội dưới sự tác động của căng thẳng;
- b) Giảm thiểu khả năng ghi nhớ làm việc;
- c) Giảm độ chính xác trong các nhiệm vụ yêu cầu ra quyết định nhanh chóng.

A.6.2 Các trạng thái giảm thiểu kích hoạt

Nhiệm vụ có thể làm giảm mức độ linh hoạt của người vận hành, ví dụ: (a) các nhiệm vụ đơn giản và nhàm chán, (b) các nhiệm vụ đòi hỏi phải liên tục tập trung, (c) các nhiệm vụ đem lại ít hoặc không có phản hồi và (d) các nhiệm vụ thực hiện trong một khoảng thời gian dài.

Những trạng thái này như đã mô tả ở trên, có thể gây ra ảnh hưởng đến kết quả như thời gian phản ứng chậm hơn và thông tin bị bỏ lỡ.

A.7 Sự phù hợp của con người và máy đối với những nhiệm vụ khác nhau

Việc bố trí các chức năng và nhiệm vụ cho người vận hành và máy là điều cơ bản đối với hoạt động thiết kế hiệu quả và an toàn của một hệ thống người - máy. Bảng A.1 trình bày những lợi thế và bất lợi cơ bản của người vận hành là con người.

Các khả năng của máy thay đổi tùy thuộc vào sự phát triển của công nghệ. Hơn nữa những thuộc tính của các loại máy là khác nhau và phụ thuộc khác nhau về chủng loại máy (máy tính, thiết bị tạo nguồn điện v.v...). Người sử dụng bảng sau đây được giả định là sẽ chấp nhận cột “máy” trong Bảng là một ứng dụng cụ thể.

Bảng A.1 - Sự phù hợp của con người và máy đối với những nhiệm vụ khác nhau

Thuộc tính kết quả	Khả năng	
	Người	Máy
Khái quát		
Tính mềm dẻo	Cực kỳ phù hợp đối với một loạt các nhiệm vụ	Chuyên môn hóa, ít linh hoạt
Thích nghi với những yêu cầu thay đổi của nhiệm vụ	Thông thường, sự thích ứng tốt đối với những yêu cầu không mong đợi, có thể phát huy đối với một khoảng thời gian giới hạn với sự quá tải tạm thời	Khả năng thích ứng kém với các tình huống mới. Sẽ thất bại trong những tình huống không được thiết kế để phục vụ cho tình huống đó.
Học tập và huấn luyện	Dễ đào tạo, học tập là thái độ bình thường	Các khả năng học tập hạn chế
Các nhiệm vụ không có cấu trúc, với sự không chắc chắn	Dễ phù hợp	Khó phù hợp
Khả năng phán đoán thái độ của hệ thống	Thái độ con người không xác định một cách chính xác và có thể đoán trước	Tuân thủ chặt chẽ theo các quy định, thái độ được xác định tốt, nhìn chung có thể đoán trước được
Đầu vào		
Hiệu quả nhận thức và ghi nhận	Số giác quan có hạn với độ nhạy cao, chính xác và tốc độ cao trong kết nối các đầu vào và ghi nhận các mẫu, trí giác có thể bị ảnh hưởng bởi sự mong muốn	Hệ thống cảm biến có thể được thiết kế theo yêu cầu, tính năng tốt yêu cầu giá thành cao
Kiểm tra	Khó phù hợp đối với việc kiểm tra đều đặn kéo dài do sự hạn chế về mức độ cảnh giác	Phù hợp tốt với việc kiểm tra đều đặn
Đầu vào thông tin không hoàn thiện và ngắt quãng	Có thể xử lý tiếng ồn và đầu vào thông tin chưa hoàn thiện	Khó phù hợp với việc xử lý tiếng ồn và đầu vào thông tin chưa hoàn thiện
Xử lý thông tin		
Kênh và khả năng xử lý	Con số giới hạn các thiết bị cảm biến và các kênh kích thích, khả năng xử lý song song hạn chế	Kênh và khả năng xử lý có thể được thiết kế tùy thuộc vào yêu cầu
Lập kế hoạch, tổ chức và ra quyết định có chiến lược và khôn khéo	Dễ phù hợp, lỗi có thể xuất hiện do các mô hình hiện thực bên trong chưa chính xác và trong các tình huống căng thẳng	Khó phù hợp

Bảng A.1 (kết thúc)

Thuộc tính kết quả	Khả năng	
	Người	Máy
Suy luận và khái quát hóa	Có thể đưa ra những quyết định mang tính suy luận quy nạp trong các trường hợp mới, có thể khái quát hóa	Ít hoặc rất ít khả năng suy luận và khái quát hóa
Trí nhớ	Trí nhớ ngắn hạn kém, trí nhớ dài hạn tốt, không bị tràn dữ liệu, chế độ lưu trữ chọn lọc.	Trí nhớ ngắn hạn và dài hạn tốt, nhìn chung không bỏ lỡ thông tin, không thay đổi thông tin
Thực hiện nhất quán	Việc thực hiện khác nhau giống như khi bị căng thẳng, mệt mỏi, chán nản...	Tính nhất quán trong việc thực hiện đạt được là tốt
Các nhiệm vụ lặp lại và nhàm chán	Không phù hợp do giới hạn về mức độ cảnh giác và sự suy giảm do căng thẳng nhàm chán và lặp lại và trạng thái căng thẳng	Rất phù hợp
Đầu ra		
Khả năng vật lý	Khả năng vật lý bị hạn chế một cách sinh học	Khả năng vật lý có thể được thiết kế theo yêu cầu
Tốc độ	Tốc độ bị hạn chế một cách sinh học, một vài kênh đầu ra	Nhìn chung là có thể đạt tốc độ cao
Độ chính xác	Kỹ năng vận động cao nhưng độ chính xác đạt được bị hạn chế	Độ chính xác có thể được thiết kế theo yêu cầu, chi phí cao đối với độ chính xác cao
Môi trường		
Các điều kiện mang tính môi trường	Hoạt động tốt trong một loạt các điều kiện thông thường nhưng yêu cầu chi phí cao để bảo vệ các biện pháp dưới những điều kiện khắc nghiệt	Có thể được thiết kế để vận hành dưới các điều kiện môi trường đặc biệt
Bảo trì và cung cấp	Chi phí cung ứng thấp dưới các điều kiện môi trường thông thường, nhưng yêu cầu cơ sở vật chất cho những yêu cầu mang tính con người, không yêu cầu bảo trì kỹ thuật, tự khôi phục	Cần cung cấp năng lượng, vật liệu, và yêu cầu bảo trì