

УДК 004.8

UDC 004.8

05.00.00 Технические науки

Engineering

ТЕМПОРАЛЬНОЕ СОГЛАСОВАНИЕ В ПЛАНИРОВАНИИ ДЕЙСТВИЙ ГРУПП ОБЪЕКТОВ В РЕАЛЬНОМ ОПЕРАЦИОННОМ ВРЕМЕНИ¹

TEMPORAL HARMONIZATION IN PLANNING ACTIONS OF GROUPS OF OBJECTS IN REAL OPERATING TIME

Сергеев Николай Евгеньевич
д.т.н., профессор
SPIN-код: 6841-9120. Scopus ID: 42762281100
nesergeev@sfedu.ru

Sergeev Nikolay Evgenievich
Dr.Tech.Sci., Professor
SPIN-code: 6841-9120. Scopus ID: 42762281100
nesergeev@sfedu.ru

Самойлов Алексей Николаевич
к.т.н., доцент
SPIN-код: 3984-2664. Scopus ID: 35103477400
asamoylov@sfedu.ru

Samoylov Alexey Nikolaevich
Cand.Tech.Sci., associate professor
SPIN-code: 3984-2664. Scopus ID: 35103477400
asamoylov@sfedu.ru

Ряжкина Ольга Александровна
аспирант
ryazhkina@sfedu.ru
ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет», Россия, Таганрог

Ryazhkina Olga Alexandrovna
graduate student
ryazhkina@sfedu.ru
Southern Federal University, Russia, Taganrog

В работе рассмотрены проблемы построения темпорального процессора при планировании и управлении множеством объектов с использованием различных темпоральных теорий представления временных факторов восприятия внешней среды, основанных на феномене памяти человека

The article considers problems of constructing a temporal processor in the planning and management of a multitude of objects using various temporal theories of representing temporal factors of perception of the external environment based on the phenomenon of human memory

Ключевые слова: МОДЕЛЬ ВРЕМЕНИ, ВРЕМЕННАЯ ШКАЛА, ВРЕМЕННЫЕ КАТЕГОРИИ, ТРЕНД, ПРОЦЕСС, СОБЫТИЕ, ТЕМПОРАЛЬНЫЕ ОТНОШЕНИЯ, МОДЕЛИРОВАНИЕ, ТЕМПОРАЛЬНАЯ ЛОГИКА

Keywords: TIME MODEL, TEMPORAL SCALE, TEMPORAL CATEGORIES, TREND, PROCESS, EVENT, TEMPORAL RELATIONS, MODELING, TEMPORAL LINEARITY

Doi: 10.21515/1990-4665-134-072

При построении систем планирования совместных групповых действий целесообразно сам процесс согласования возложить на отдельный «процессор». Таким процессором для детерминированных систем являются системы единого времени, которые являются хранителями времени и источником синхронизирующих и синхронизированных сигналов в соответствии с технологией или

¹ Работа выполнена в рамках проектной части госзадания Минобрнауки России № 2.3928.2017/4.6 в Южном федеральном университете.

алгоритмом функционирования системы. Для случая наличия неопределенностей во времени появления событий и длительности процессов привязка к операционному времени не целесообразна. Тем более при наличии множества операционных единиц.

Для проектирования темпорального процессора необходимо решение следующих вопросов:

1. Определение перечня атрибутов и действий, требующих согласования во времени;
2. Разработка и исследование представлений темпоральных атрибутов и отношений для планирования совместных операций;
3. Определение структуры темпорального процессора и его места в общей структуре системы управления
4. Разработка алгоритмов процессора отображений темпоральных отношений совместных действий группы.

Настоящая работа посвящена проблемам разработки представлений темпоральных атрибутов и отношений для планирования совместных операций.

Шкала времени представляет собой перенос представления человека о пространстве на другие атрибуты, воспринимать которые непосредственно с помощью органов чувств человек не может. [1] Само время человеком измеряется с помощью событий или процессов, которые обладают стабильностью по отношению к данному их свойству (времени). Сравнивая идентичные события или процессы, мы используем категорию времени для того, чтобы их различать: одно из рассматриваемых событий уже произошло, другое еще происходит (длится). Отсюда по отношению к конкретному событию можно выделить начало, окончание или протекание данного события в настоящее время.

Темпоральные отношения могут быть формализованы в конечное множество отношений либо представлять высказывания на естественном

языке. Объектами темпоральных отношений могут быть события или процессы. Под событием [1] будем понимать факт или результат. Событие принято характеризовать одним отсчетом времени (темпором) – временем, когда оно произошло. Процесс принято характеризовать моментом (темпором) начала и окончания и, как следствие, длительностью.

Временные категории «прошлое», «настоящее» и «будущее» присутствуют в лексике человека и характеризуют или объясняют отдельные события и процессы, а так же и их группы. Таким образом, моделируя деятельность человека, в том числе и при управлении несколькими объектами или процессами или управлении одним сложным объектом, мы сталкиваемся с необходимостью представления в таких моделях временных соотношений [2, 3, 4].

Все события и процессы могут быть описаны при помощи четких и нечетких темпоров (τ_i, τ_j), на основании этого возникает два типа элементарных темпоральных высказываний [2]:

- 1) ER_{τ} - между событием и темпором (рисунок 1, а);
- 2) $\tau_i R \tau_j$ – между двумя темпорами (рисунок 1, б).

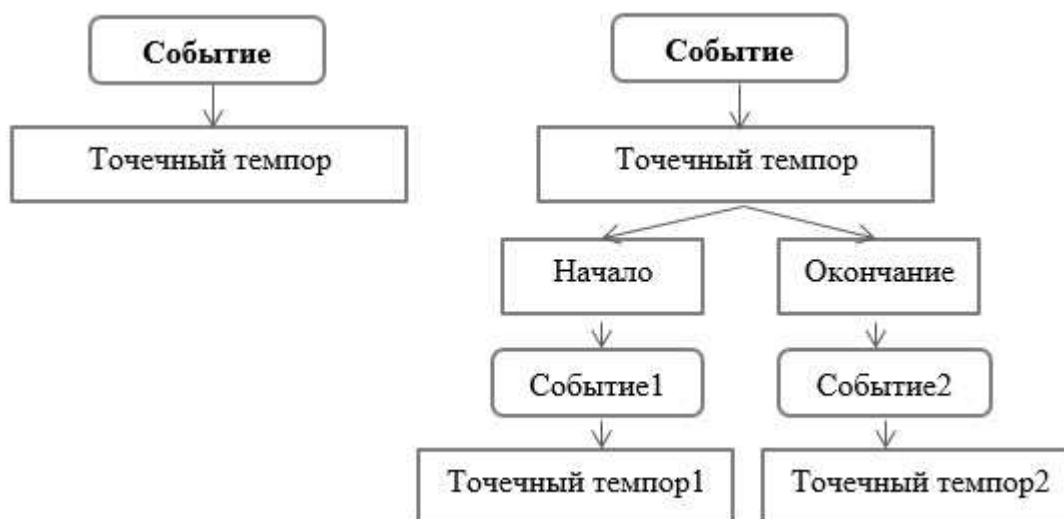


Рисунок 1 - Взаимосвязь объектов темпоральных отношений

Целью настоящего рассмотрения является создание темпоральной подсистемы, подходящей для темпорального процесса управления множеством разнотипных объектов и других подобных приложений.

Рассмотрим отношения между двумя интервальными темпорами [1, 3]:

1) (rts) последовательны с паузой. Интервал первого процесса закончился раньше, чем начался интервал второго.

$\langle \tau_1, \tau_0, \tau_2 \rangle, \langle E_{bg}(\Pi_1), E_{nd}(\Pi_1) | E_{bg}(\Pi_0), E_{nd}(\Pi_0) | E_{bg}(\Pi_2), E_{nd}(\Pi_2) \rangle$, где $E_{bg}(\Pi)$ – событие начала процесса, $E_{nd}(\Pi)$ – окончание процесса, Π_0 – пустой процесс (описывает паузу между процессами),

$\Delta\tau$ – время, в течение которого оба процесса существуют одновременно, $E_{nd}(\Pi_1) | E_{bg}(\Pi_0)$ – совпадение начала и конца процесса.

2) (rtsn) последовательны без паузы.

$\langle \tau_1, \tau_2 \rangle, \langle E_{bg}(\Pi_1), E_{nd}(\Pi_1) | E_{bg}(\Pi_2), E_{nd}(\Pi_2) \rangle$,

3) (rtes) пересекающиеся.

$\langle \tau_1, \Delta\tau, \tau_2 \rangle, \langle E_{bg}(\Pi_1), E_{bg}(\Pi_2), E_{nd}(\Pi_1), E_{nd}(\Pi_2) \rangle$,

4) (rtel) вложенные с примыканием к началу.

$\langle \Delta\tau, \tau_2 \rangle, \langle E_{bg}(\Pi_1) | E_{bg}(\Pi_2), E_{nd}(\Pi_1), E_{nd}(\Pi_2) \rangle$,

5) (rter) вложенные с примыканием к окончанию.

6) $\langle \tau_2, \Delta\tau \rangle, \langle E_{bg}(\Pi_2), E_{bg}(\Pi_1), E_{nd}(\Pi_2) | E_{nd}(\Pi_1) \rangle$,

7) (rte) вложенные без примыканий

$\langle \tau_2, \Delta\tau, \tau_2 \rangle, \langle E_{bg}(\Pi_2), E_{bg}(\Pi_1), E_{nd}(\Pi_1), E_{nd}(\Pi_2) \rangle$,

8) (rtU) отношение несравнимости темпоров. Будем считать, что два темпора τ_1, τ_2 находятся между собой в отношениях если ничего не известно о процессах, которые характеризуются данными темпорами и если необходимо предпринять некоторые действия, чтобы эти отношения стали определенными.

Можно считать, что отношение rtU является универсальным, т.е.

$$rtU(t_1, t_2) = rts(t_1, t_2) \vee rtsn(t_1, t_2) \vee rtes(t_1, t_2) \vee rtel(t_1, t_2) \vee rter(t_1, t_2) \vee rte(t_1, t_2)$$

Данные свойства будут необходимы при рассмотрении различных темпоральных теорий и использовании их в единой темпоральной модели.

Отношения высказываний темпоральных теорий «было-есть-будет» (ws-is-bn) и «прошлое-настоящее-будущее» (ps-pr-ft), составляют множество отношений:

$$RT_{ws-is-bn} \subset RTP \subset RTS, RT_{ps-pr-ft} \subset RTP \subset RTS, \text{ где}$$

RT – группа интервально-временных отношений,

RTP – группа проблемно ориентированных отношений,

RTS - темпоральные отношения.

Темпоральные теории «было-есть-будет» (ws-is-bn) и «прошлое-настоящее-будущее» (ps-pr-ft) дают относительные характеристики. А абсолютные характеристики относительно точечного темпора может дать только теория «закончился-длится-не начался» для процессов и «уже произошло-происходит-еще не произошло» для событий (P-N-F) и множество отношений этой теории $RT_{P-N-F} \subset RTP \subset RTS$. Теория «P-N-F» представляет для темпоральной системы константы, вследствие чего, является пассивной.

Характеристики констант такого рода теорий могут являться основанием для решений в планировании двигательных действий [4] по некоторым конкретным темпоральным планам:

1. Рассмотрим минимально достаточные свидетельства о том, что событие A или процесс Π происходит или длится в настоящем соответственно.

Свидетельство, требующее подтверждения:

$$\forall A: t_A \in TS \mid ws(ft(A)) \tag{1.1}$$

$$\forall \Pi: t_{\Pi} \in TS \mid ws (ft(\Pi)) \quad (1.2)$$

, где

Высказывания «Событие А было (ws) в будущем» (ft) и «процесс П был (ws) в будущем (ft)» справедливы для любых событий и процессов с тем лишь условием, что они обязательно произойдут в настоящем, т.е. они запланированы.

Косвенное минимально достаточное свидетельство:

$$bn (ps(A)) \& ws (ft(A)) \Rightarrow N(A) \quad (1.3)$$

$$bn (ps(\Pi)) \& ws (ft(\Pi)) \Rightarrow N(\Pi) \quad (1.4)$$

Если «Событие «А» (процесс «П») будет (bn) в прошлом (ps) и было (ws) в будущем (ft)», то можно сказать, что пересечением этих двух высказываний является настоящее для рассматриваемого события или процесса.

Прямое минимально достаточное свидетельство.

$$is (pr) \Rightarrow N(A) \quad (1.5)$$

$$is (pr) \Rightarrow N(\Pi) \quad (1.6)$$

«Событие «А» (процесс «П») происходит (длится), т.е. есть в настоящем.

2. Рассмотрим минимально достаточные свидетельства о том, что событие А или процесс П происходит или длится в прошлом соответственно.

Свидетельство, требующее подтверждения.

$$\forall A: t_A \in TS \mid bn (ps (A)) \quad (2.1)$$

$$\forall \Pi: t_{\Pi} \in TS \mid bn (ps(\Pi)) \quad (2.2)$$

Высказывание «Событие «А» (процесс «П») будет (bn) в прошлом (ps)», аналогично высказыванию «Событие «А» было (ws) в будущем (ft)».

Косвенное минимально достаточное свидетельство.

$$ws (pr(A)) \Rightarrow P(A) \quad (2.3)$$

$$ws (pr(\Pi)) \Rightarrow \exists t \in \tau_{\Pi}: P(t) \quad (2.4)$$

Высказывание «Событие А» было (ws) в настоящем (pr)» свидетельствует о том, что «Событие А» «уже произошло».

Высказывание «Процесс П» был (ws) в настоящем (pr)», означает, что процесс как минимум начался, и как максимум уже закончился.

Прямой минимальное достаточное свидетельство.

$$is (ps(A)) \Rightarrow P(A) \quad (2.5)$$

$$is (ps(\Pi)) \Rightarrow \exists t \in \tau_{\Pi}: P(t) \quad (2.6)$$

Высказывание «Событие А» есть (is) в прошлом (ps), так же свидетельствует о том, что «Событие А» «уже произошло».

Высказывание «Процесс П» есть (is) в прошлом (ps), означает, что процесс как минимум начался, и как максимум уже закончился.

Прямое минимально достаточное свидетельство.

$$is (ps) \Rightarrow P(A) \quad (2.7)$$

$$is (ps) \Rightarrow P(\Pi) \quad (2.8)$$

«Событие «А» (процесс «П») уже произошло (закончился), т.е. есть в прошлом.

Высказывание «Событие «А» (процесс «П») было (ws) в настоящем (pr)», аналогично высказыванию «Событие «А» есть (is) в прошлом (ps)».

3. Рассмотрим минимально достаточные свидетельства о том, что событие А или процесс П происходит или длится в будущем соответственно.

Косвенное свидетельство того, что событие еще не произошло, а процесс еще не завершился.

$$bn (A) \equiv ft (A) \equiv bn (pr (A)) \Rightarrow F(A) \equiv F(t_A) \quad (3.1)$$

$$bn (pr(\Pi)) \Rightarrow \neg P(E_{nd}(\Pi)) \quad (3.2)$$

Высказывание «Событие А» будет (bn) эквивалентно высказыванию «Событие А» будет (bn) в настоящем (pr)» и свидетельствует о том, что

событие еще не произошло и, значит, оно или его темпор (t_A) является принадлежностью будущего $F(A)$.

Высказывание «процесс Π » будет (bn) в настоящем (pr)» может означать, что процесс процесс однозначно еще будет длиться и окончание его еще не наступило ($\neg P(E_{nd}(\Pi))$), а вот длится ли оно в настоящем и какая часть процесса уже завершилась, требует уточнения.

Косвенное минимально достаточное свидетельство.

$$bn(ft(A)) \Rightarrow F(A) \quad (3.3)$$

$$bn(ft(\Pi)) \Rightarrow \neg P(E_{nd}(\Pi)) \quad (3.4)$$

Из истинности составного темпорального высказывания «Событие A » будет (bn) в будущем (ft)» следует, что «событие еще не произошло (F)».

Из истинности составного темпорального высказывания «Процесс Π » будет (bn) в будущем (ft)» может следовать только то, что процесс еще не закончился ($\neg P(E_{nd}(\Pi))$).

Прямое минимально достаточное свидетельство.

$$is(ft(A)) \Rightarrow F(A) \quad (3.5)$$

$$is(ft(\Pi)) \Rightarrow \neg P(E_{nd}(\Pi)) \quad (3.6)$$

Из истинности составного темпорального высказывания «Событие A » есть (is) в будущем (ft)» следует, что «событие еще не произошло (F)».

Из истинности составного темпорального высказывания «Процесс Π » есть (is) в будущем (ft)» может следовать только то, что процесс еще не закончился ($\neg P(E_{nd}(\Pi))$).

Более определенно охарактеризовать процессы можно событиями их начала и окончания. Для любого события, которое еще не произошло, действительны высказывания (3.1), (3.3), (3.5), однако достаточным является истинность хотя бы одного высказывания, поэтому еще не произошедшее событие можно описать высказыванием:

$$bn(pr(A)) \vee bn(ft(A)) \vee is(ft(A)),$$

$$\text{bn}(\text{pr}(A)) \Rightarrow F(A); \quad (3.7)$$

Для процесса, который еще не начался, применимо высказывание характеризующее процесс событиями начала и конца:

$$\begin{aligned} & \text{bn}(\text{pr}(E_{bg}(\Pi))) \vee \text{bn}(\text{ft}(E_{bg}(\Pi))) \vee \text{is}(\text{ft}(E_{bg}(\Pi))), \\ & \text{bn}(\text{pr}(E_{bg}(\Pi))) \Rightarrow F(\Pi); \end{aligned} \quad (3.8)$$

И как следствие из этого имеем выражение:

$$F(\Pi) \Rightarrow \text{bn}(\text{pr}(\Pi)) \& \text{bn}(\text{ft}(\Pi)) \& \text{is}(\text{ft}(\Pi)) \& \text{bn}(\text{ps}(\Pi)) \quad (3.9)$$

Из выражения «процесс Π не начался $F(\Pi)$ », следует, что «Процесс Π » будет (bn) в настоящем (pr) и будет (bn) в будущем (ft), так же «Процесс Π » есть (is) в будущем (ft) и будет (bn) в прошлом (ps)».

По аналогии с будущими событиями настоящие события описываются выражениями (2.7) и (2.17), следовательно

$$\text{bn}(\text{ps}(A)) \& \text{ws}(\text{ft}(A)) \vee \text{is}(\text{pr}(A)) \Rightarrow N(A) \quad (3.10)$$

Процессы, длящиеся в настоящем времени, удовлетворяют выражениям (2.8) и (2.18),и, следовательно:

$$\text{bn}(\text{ps}(\Pi)) \& \text{ws}(\text{ft}(\Pi)) \vee \text{is}(\text{pr}(\Pi)) \Rightarrow N(\Pi) \quad (3.11)$$

4. Относительно нахождения интервального темпора в «будущем» не исключает истинность $N(\tau)$ и $P(\tau)$. То же самое можно сказать о «настоящем» и «прошлом». Поэтому для прошлого и будущего можем составить неопределенности:

$$P(\tau_i) \Rightarrow \neg F(\tau_i) \& \neg N(\tau_i) \quad (4.1)$$

$$F(\tau_i) \Rightarrow \neg P(\tau_i) \& \neg N(\tau_i) \quad (4.2)$$

Точечный темпор находится в «прошлом», при условии, что он не находится в «будущем» или не находится в «настоящем».

Точечный темпор находится в «будущем», при условии, что он не находится в «прошлом» и не находится в «настоящем».

Для такого рода выражений применимо свойство Де Моргана:

$$P(\tau_i) \Rightarrow \neg F(\tau_i) \& \neg N(\tau_i) \Rightarrow \neg (F(\tau_i) \& N(\tau_i)) \quad (4.3)$$

$$F(\tau_i) \Rightarrow \neg P(\tau_i) \ \& \ \neg N(\tau_i) \Rightarrow \neg(P(\tau_i) \ \& \ N(\tau_i)) \quad (4.4)$$

Выводы: Используя данные подходы представления времени при планировании и управлении, можно построить темпоральный процессор и обеспечить встраивание его в общую систему управления множеством объектов. А также изучать работу таких систем на основе анализа исторических трендов и трендов реального времени. Рассмотренные обобщения отношений разных темпоральных теорий, являются важным инструментом для создания темпоральной подсистемы, подходящей для темпорального сопровождения процесса управления.

Список литературы

1. Кандрашина Е.Ю., Литвинцева Л.В., Пospelов Д.А. Представление знаний о времени и пространстве в интеллектуальных системах / Под ред. Д.А. Пospelова. М.: Наука. Гл.ред. физ.-мат. лит., 1989.
2. Сергеев Н.Е. Нечеткие модели инструментальных двигательных действий оператора. Ростов н/Д, 2004.
3. Сергеев Н.Е. Системы искусственного интеллекта, учебное пособие / Таганрог, 2016. Том Часть 1
4. Сергеев Н.Е., Целых Ю.А. Использование темпоральных отношений при описании сложных сцен по видеоизображениям Известия ЮФУ. Технические науки. 2009. № 12 (101). С. 134-142.

References

1. Kandrashina E.Ju., Litvinceva L.V., Pospelov D.A. Predstavlenie znaniy o vremeni i prostranstve v intellektual'nyh sistemah / Pod red. D.A. Pospelova. M.: Nauka. Gl.red. fiz.-mat. lit., 1989.
2. Sergeev N.E. Nechetkie modeli instrumental'nyh dvigatel'nyh dejstvij operatora. Rostov n/D, 2004.
3. Sergeev N.E. Sistemy iskusstvennogo intellekta, uchebnoe posobie / Taganrog, 2016. Tom Chast' 1
4. Sergeev N.E., Celyh Ju.A. Ispol'zovanie temporal'nyh otnoshenij pri opisaniy slozhnyh scen po videoizobrazhenijam Izvestija JuFU. Tehnicheskie nauki. 2009. № 12 (101). S. 134-142.