

Секция «Психология»

Глазодвигательное управление роботом-манипулятором с использованием метафоры «совместного внимания»

Федорова А.А.¹, Нурждин Ю.О.²

1 - НИЦ Курчатовский Институт, , 2 - НИЦ Курчатовский Институт, , Москва, Россия

E-mail: anastasya.teo@gmail.com

В работе описан новый подход к управлению роботом-манипулятором с помощью движений глаз.

Основной трудностью, связанной с глазодвигательным управлением, является так называемая «проблема прикосновения Мидаса»: при управлении взглядом невозможно различить осознанные фиксации взора, используемые пользователем для управления, от фиксаций, которые совершаются неосознанно при рассматривании окружающего пространства. Наиболее распространенным методом решения этой проблемы является «маркировка» управляющих фиксаций продолжительностью их непрерывного пребывания в одной области («dwell time»). Однако такой метод подачи команды утомителен для пользователя, так как ему приходится внимательно контролировать движения своих глаз и избегать длительных фиксаций, не связанных с управлением. Кроме того, при использовании этого метода возникает проблема с получением обратной связи: чтобы увидеть результат воздействия на объект, удаленный от элемента управления, пользователь должен сместить взгляд с элемента управления, что расценивается интерфейсом как сигнал к окончанию действия. При наборе текста и в других похожих задачах эти проблемы удается решить [1, 6], однако метод остается неудобным для управления робототехникой в реальном мире из-за важности получения обратной связи о результате действия робота и выраженности факторов, провоцирующих спонтанные саккады.

Одним из удачных решений «проблемы прикосновения Мидаса» можно назвать метод фиксации режима отдачи команд («snap clutch», [5]). В этой методике, кроме стандартного режима с увеличенным временем фиксации, доступны и другие режимы, отличающиеся откликами курсора на глазодвигательную деятельность. В одном из них управляемый взглядом курсор может быть «припаркован» на элементе управления, а взгляд пользователя остается свободен для передвижения до тех пор, пока пользователь снова не вернет взгляд на элемент управления, «отпустив» нажатую кнопку. Этот интерфейс, реализованный в симуляторе виртуальной реальности «Second Life», показал хорошие результаты в сравнении с управлением с помощью увеличенной длительности фиксаций.

Мы предлагаем развитие этого подхода на основе известной из возрастной психологии метафоры «совместного внимания», примененной к взаимодействию человека с роботом-манипулятором [8]. Совместное внимание определяется как внимание к одному и тому же объекту, разделяемое двумя субъектами, при условии, что каждый субъект также знает о том, что внимание к объекту разделено с другим участником взаимодействия [2]. Совместное внимание формируется еще на первом году жизни человека [3] и играет важную роль в развитии навыков социального взаимодействия [7]. При совместном внимании указанию взглядом на объект должен предшествовать прямой контакт

взглядов субъектов взаимодействия, позволяющий убедиться в том, что связь установлена: без него указание не будет успешным [4]. По аналогии с этим правилом мы используем информацию о глазодвигательном поведении субъектов совместного внимания для осуществления антропоморфной стратегии управления роботом-манипулятором. Предполагается, что такая реализация глазодвигательного управления сделает интерфейс более удобным для пользователя, позволит повысить точность и скорость, а также упростит обучение управлению благодаря наличию у человека сформированных в раннем возрасте механизмов, обеспечивающих совместное внимание.

В наших экспериментах движения глаз регистрировались с использованием айтрекера EyeLink 1000 Plus в дистанционном режиме (без фиксации пользователя). С помощью специально разработанного программного обеспечения в режиме реального времени регистрировались пространственные координаты тех фиксаций взгляда пользователя, длительность которых превышала заранее заданное пороговое значение (400 мс). Для подачи команды пользователь должен был сначала зафиксировать взгляд на роботе, дождаться подтверждения того, что робот «заметил» его взгляд (робот производил движение, означающее готовность к взаимодействию), а затем указать взглядом целевую позицию на доске, в которой роботу необходимо поставить отметку фломастером.

В пилотных экспериментах на трех испытуемых средняя скорость подачи команды составляла 1,5 с. Это время включало фиксацию на роботе, выполнение саккад, необходимых для поиска целевой позиции, и фиксацию в целевой позиции. Скорость подачи команды варьировала от 0,9 до 2,2 с. Пространственная ошибка при выборе целевой позиции в среднем составила 3,1 см ($1,2^\circ$) при расстоянии от пользователя до робота-манипулятора, равном 150 см. Ложные срабатывания отсутствовали.

На конференции будут доложены результаты тестирования данной стратегии управления и ее вариаций, в т.ч. предполагающих более высокую скорость отдачи команды, на расширенной группе испытуемых. Мы предполагаем, что использование метафоры «совместного внимания» позволит качественно улучшить эргономику управления, сделав его более естественным как для человека-оператора, так и для когнитивных технических систем.

Литература

1. Величковский Б.Б. и др. Новый подход к проблеме «прикосновения Мидаса»: идентификация зрительных команд на основе выделения фокальных фиксаций // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 14. Психология. 2013. № 3. С. 33–45.
2. Baldwin D. A. Understanding the link between joint attention and language. – 1995.
3. Carpenter M. et al. Social cognition, joint attention, and communicative competence from 9 to 15 months of age // Monographs of the society for research in child development. – 1998. – P. i-174.
4. Farroni T. et al. Infants perceiving and acting on the eyes: Tests of an evolutionary hypothesis // Journal of experimental child psychology. – 2003. – V. 85. – №. 3. – P. 199-212.

5. Istance H. et al. Snap clutch, a moded approach to solving the Midas touch problem // Proceedings of the 2008 symposium on Eye tracking research & applications. – ACM, 2008. – P. 221-228.
6. Majaranta P. Text entry by eye gaze. – Tampereen yliopisto, 2009.
7. Tomasello M., Farrar M. J. Joint attention and early language // Child development. – 1986. – P. 1454-1463.
8. Velichkovsky B. M. Communicating attention: Gaze position transfer in cooperative problem solving // Pragmatics & Cognition. – 1995. – V. 3. – №. 2. – P. 199-223.