

DOI: 10.17117/na.2015.09.717

Поступила (Received): 24.09.2015

<http://ucom.ru/doc/na.2015.09.717.pdf>

**Зильберман Н.Н., Гладкий Д.А.,
Чекунова А.В., Трубачев В.В.
Опыт создания танца для робота NAO**

**Zilberman N.N., Gladkij D.A., Chekunova A.V., Trubachev V.V.
The experience of creating dance to NAO robot**

Разработка танцев и обучение роботов открывает новые возможности в области социальной робототехники. Танцующие роботы находятся сегодня в центре исследовательского интереса. В данной статье предложено описание опыта по созданию анимации танца для антропоморфного робота Nao v 1.14.4. Авторы предлагают к рассмотрению концептуальные и технические аспекты реализации анимации танца для робота

Ключевые слова: социальная робототехника, взаимодействие человека и робота, хореография

Зильберман Надежда Николаевна

Кандидат филологических наук, доцент
Томский государственный университет
г. Томск, пр. Ленина, 36

Гладкий Денис Андреевич

Младший научный сотрудник
Томский государственный университет
г. Томск, пр. Ленина, 36

Чекунова Анастасия Вадимовна

Младший научный сотрудник
Томский государственный университет
г. Томск, пр. Ленина, 36

Трубачев Вячеслав Валентинович

Экситон, танцевально-спортивный клуб
г. Томск, пр. Ленина, 40

Development and training of robots dancing opens up new possibilities in the field of social robotics. Dancing robots are now at the center of research interest. The article suggested description of the experience to create the animation dance for anthropomorphic robot Nao v 1.14.4. The authors propose to consider the conceptual and technical aspects of the implementation of the animation dance to the robot

Key words: social robotics, human-robot interaction, choreography

Zilberman Nadezhda Nikolaevna

Candidate of Philological Sciences, associate
Professor
Tomsk State University
Tomsk, Lenin ave., 36

Gladkij Denis Andreevich

Research Assistant
Tomsk State University
Tomsk, Lenin ave., 36

Chekunova Anastasia Vadimovna

Младший научный сотрудник
Tomsk State University
Tomsk, Lenin ave., 36

Trubachov Vyacheslav Valentinovich

Exciton, Dance sports club
Tomsk, Lenin ave., 40

Танцующие роботы находятся сегодня в центре исследовательского интереса. С одной стороны, танец мотивирует создание все более сложных движений для робота, с другой – это еще одна возможная форма невербального взаимодействия человека и робота. Кроме этого, танец в принципе является

сложной областью исследования, и возможно связь робототехники и танца не только обеспечит высокие достижения для танцующих роботов, но также может приблизиться к более глубокому пониманию самого танца.

Множество робототехнических платформ используется для создания танцев по всему миру (Nao, Robobuilder, Asimo, Aibo, Qrio и др.). При этом в танце могут участвовать как антропоморфные роботы, так и роботы без культурного интерфейса (например, танцы роботов пылесосов и квадрокоптеров [1]).

Исследования робототехники и танца прошли долгий путь: от разработки роботов, способных имитировать движения человека в танце, до сложного взаимодействия робота и человека в совместном перформансе (Schoellig A. P.) [1]. Одним из таких примеров является танец японской девушки-робота компании группы людей (Nakaoka S.) [2]. В настоящее время существует несколько основных научно-исследовательских направлений, касающихся танцев роботов:

- имитация движений человека [3];
- разработка автоматического танца, генерируемого ритмом [4];
- исследование взаимодействия робота и человека посредством танца [3,4,5];
- разработка хореографии для робота [3].

В России также есть опыт создания танцев роботов и проведения соревнований, в основном в рамках первого из обозначенных направлений, однако следует отметить, что данный опыт редко рефлексирован в статьях по робототехнике и почти не представлен в научном сообществе. Вся информация остается в сфере перформанса на робототехнических мероприятиях. В связи с этим мы предпринимаем попытку рефлексии и описания опыта процесса создания танца для робота.

Задачей предлагаемого проекта было создание анимации танца для антропоморфного робота Nao v 1.14.4 [6]. Данная платформа разработана компанией Aldebaran robotics, имеет 25 степени свободы, ключевые элементы – электрические моторы и приводы, процессор Intel ATOM 1,6 ГГц (в голове) работающий на ядре Linux и поддерживаемый собственным программным обеспечением Aldebaran (NAOqi), Аккумулятор 27 Вт/ч, который обеспечивает около часа автономной работы, в зависимости от условий эксплуатации. Отметим, что робот NAO является универсальной платформой для исследований в области социальной робототехники уже несколько лет. Она применяется для научно-исследовательских проектов в различных областях робототехники **в более 350-ти университетах и исследовательских лабораториях по всему миру**. Данная модель робота уже неоднократно использовалась для создания танцев в исследовательских центрах и университетах: Центр интеллектуальных технологий в Словакии (Center for Intelligent Technologies, FEI TU of Kosice, Slovakia) [7], *Кипрский технологический университет* (Cyprus University of Technology) [8], Имперский колледж Лондона (Imperial College London) [9], Университет Карнеги – Меллон (Carnegie Mellon University) [4] и др. Популярность использования NAO для танцев объясняется тем, что данная модель робота очень схожа с человеком по комплекции тела.

В проекте участвовала междисциплинарная команда, состоящая из программистов, хореографа и специалистов в области коммуникации человек – робот.

В разработке танцев были задействованы следующие этапы:

1. Разработка концепта танца и выбор музыкальной композиции.

В качестве музыкальной композиции для танца робота был выбран романс А. Петрова – «За цыганской звездой», который впервые прозвучал в фильме Э. Рязанова «Жестокий романс» (1984). Традиционно для танцев роботов выбирают музыкальное сопровождение с четким ритмом, чтобы «обыграть» резкость движений роботов. Для нас был интересен опыт разработки танца с меняющимся ритмом от медленного к быстрому, при этом было важно сохранить некие культурные сложившиеся элементы цыганского танца в композиции танца робота.

2. Постановка танцевальной композиции.

Хореограф составил композицию танца, учитывая моторные возможности платформы NAO. Затем композиция в исполнении человека была записана на видео.

3. Апробация и корректировка композиции.

Танцевальная композиция была разбита на блоки, которые мы поочередно создавали на роботе, ориентируясь на ранее записанное видео. После апробации каждого блока на платформе, хореограф корректировал движения и записал на видео второй вариант композиции с учетом изменений.

4. Создание, апробация и корректировка анимации.

В танце физическое движение предстает ключевым фактором. [10]. На данном этапе мы сосредоточили внимание на планировании движений рук, походке и удержании равновесия роботом. Создание анимации танца происходило с использованием среды Choregraph версии 1.14.5. В качестве основного инструмента применялся графический встроенный редактор Choregraph Timeline editor, позволяющий задавать последовательности значений координат для каждого механического узла робота с учетом динамики анимации движения и длительности движения в целом (рис. 1).



Рис. 1. Общий вид окна редактора Choregraph Timeline editor

При создании анимации движений использовались два подхода. Простые движения конечностей, которые должны выполняться равномерно и синхронно создались путем задания списка углов и временных интервалов в редакторе скриптов, после чего записывалась анимация полученных движений. На рисунке 2. приведен пример одного цикла поворотов кистей рук в течение 5 секунд по 9 значениям углов для каждой конечности.

```

Script editor
Hands X
def onInput_onStart(self):
    if( self.bIsRunning ):
        return
    self.bIsRunning = True
    try:
        names = ["LWristYaw", "RWristYaw"]
        angleLists = [[2.0, 1.5, 1.0, 0.5, 0.0, -0.5, -1.0, -1.5, -2.0],
                      [2.0, 1.5, 1.0, 0.5, 0.0, -0.5, -1.0, -1.5, -2.0]]
        timeLists = [[1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0],
                    [1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5, 5.0]]
        isAbsolute = True
        self.motion.angleInterpolation(names, angleLists, timeLists, isAbsolute)
    finally:
        self.bIsRunning = False
    
```

Рис. 2. Окно редактора скриптов с примером равномерного синхронного изменения углов



Рис. 3. Промежуточные положения робота

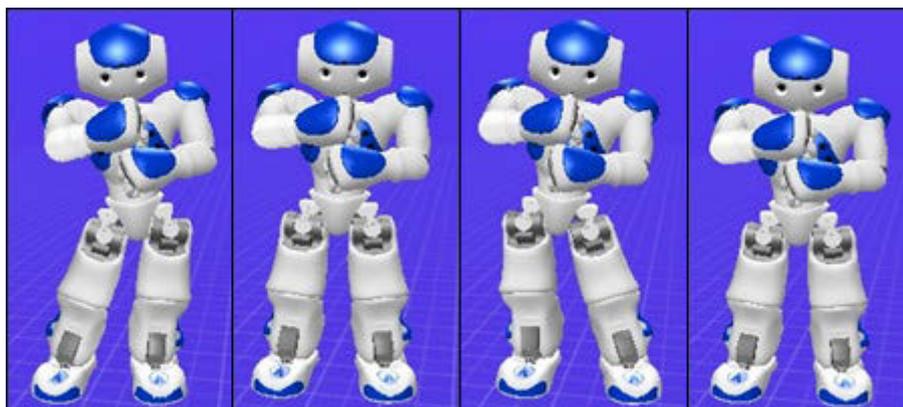


Рис. 4. Промежуточные положения модели эмулятора

Второй подход заключается в последовательном сохранении значений углов на интересующих узлах робота, после предварительно заданной роботу позы. На рисунках (3-4) представлены промежуточные положения реального робота и соответствующие им положения модели эмулятора. В завершении работы, мы использовали мигание светодиодной подсветки глаз робота, чтобы акцентировать ритм и добавить эффекта «оживленности» [11].

После записи интересующих промежуточных значений осуществляется создание анимации движения робота (рис. 5).

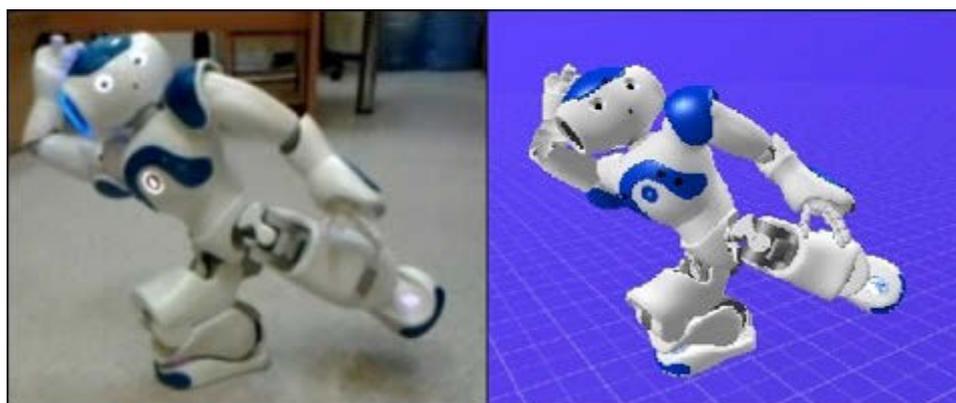
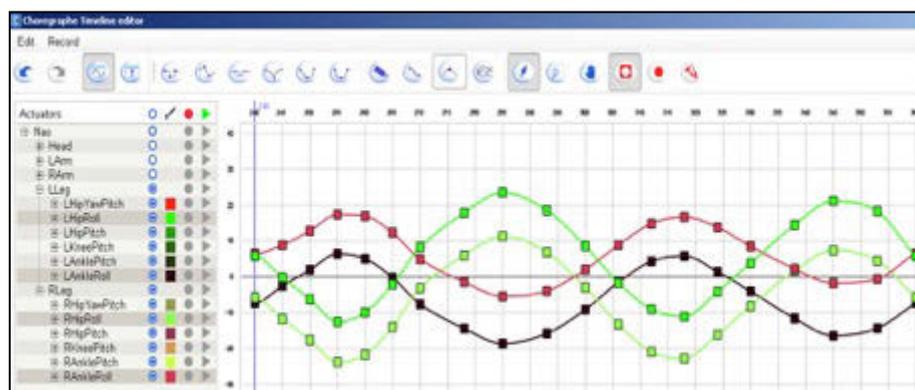


Рис. 5. Готовая анимация движения

В процессе создания танца мы столкнулись со следующими сложностями.

- Даже максимально учитывая степени свободы робота при разработке композиции, нам не удалось учесть все ограничения платформы. Изначальная композиция в дальнейшем была серьезно скорректирована.

- Ключевой проблемой при создании анимации танца было удержание равновесия. Скорость и динамика разрабатываемого танца, требовала резких движений одновременно разными элементами робота, что часто приводило к падению платформы.

- Соответствие ритма и движения. Одним из важных вопросов, который возникает перед разработчиком: сможет ли робот танцевать в соответствии с ритмом [12]. В представленном проекте ритм был неравномерный, что требовало от робота ускорения или замедления движений в процессе композиции. Нарушалась «естественность» танца робота, что проявлялось в резкости и «стаккатированном» характере движений. Скорость движений при смене рит-

ма приводила к нарушению равновесия робота. Это проявлялось и в переходах между конечной позой одного блока движений и начальной позой следующего.

Тем не менее, удалось достигнуть анимации танца с максимально возможными плавными движениями при переходах, и при этом представить нашу интерпретацию культурных элементов традиционного цыганского танца. Проблема с равновесием была решена за счет уменьшения скорости и амплитуды движений.

Создание танцев робота позволяет выделить проблемные моменты, которые ограничивают движения роботов. Другой не менее значимый вопрос, сможет ли робот на самом деле достичь того уровня движения, которое можно было бы определить как танец. Ведь танец – это часть невербальной коммуникации, в нем используется семиотическая система языка тела, призванная передать зрителю сообщение и от мастерства танцора и хореографа зависит, насколько корректно эта информация будет передана и понята. Более того, танцор, каждый раз исполняя один и тот же танец, интерпретирует и отчасти трансформирует это сообщение. Робот же будет исполнять последовательность движений абсолютно идентично. Робототехника вновь заставляет нас переосмыслить наши представления о танце и человеческой коммуникации.

Список используемых источников:

1. Schoellig A. P. et al. *So You Think You Can Dance? Rhythmic Flight Performances with Quadcopters* // *Controls and Art. Springer International Publishing, 2014. C. 73-105.*
2. Nakaoka S., Kajita S., Yokoi K. *Intuitive and flexible user interface for creating whole body motions of biped humanoid robots* // *Intelligent Robots and Systems (IROS), 2010 IEEE/RSJ International Conference on. IEEE, 2010. C. 1675-1682.*
3. Peng H. et al. *Robotic Dance in Social Robotics—A Taxonomy. Human-Machine Systems, IEEE Transactions on (Volume:45, Issue: 3) 2015 – C. 281-293.*
4. Xia G. et al. *Autonomous robot dancing driven by beats and emotions of music* // *Proceedings of the 11th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems-Volume 1. International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems, 2012. C. 205-212.*
5. Ros R., Baroni I., Demiris Y. *Adaptive human-robot interaction in sensorimotor task instruction: From human to robot dance tutors* // *Robotics and Autonomous Systems. 2014. Т. 62. №. 6. C. 707-720.*
6. Aldebaran Robotics. URL: <http://www.aldebaran.com/en> (дата обращения: 12.09.2015)
7. Vircikova M., Sincak P. *Dance choreography design of humanoid robots using interactive evolutionary computation* // *3rd Workshop for Young Researchers: Human Friendly Robotics for Young Researchers. 2010.*
8. Ioannou A., Andreou E., Christofi M. *Pre-schoolers' Interest and Caring Behaviour Around a Humanoid Robot* // *TechTrends. 2015. Т. 59. №. 2. C. 23-26.*
8. Ros R., Demiris Y. *Creative dance: An approach for social interaction between robots and children* // *Human Behavior Understanding. Springer International Publishing, 2013. C. 40-51.*
9. Shinozaki K., Iwatani A., Nakatsu R. *Construction and evaluation of a robot dance system* // *New Frontiers for Entertainment Computing. Springer US, 2008. C. 83-94.*
10. Yoshikawa Y. et al. *The effects of responsive eye movement and blinking behavior in a communication robot* // *Intelligent Robots and Systems, 2006 IEEE/RSJ International Conference on. IEEE, 2006. C. 4564-4569.*
11. Shinozaki K. et al. *Study of dance entertainment using robots. Springer Berlin Heidelberg, 2006. C. 473-483.*