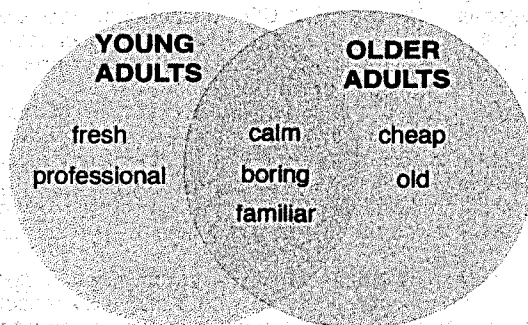


Анализ ответов выполняется путём определения процента участников, которые выбрали каждое отдельное слово, с последующим ранжированием слов по частотному признаку. Для визуального представления пересечений ответов удобно использовать диаграммы Венна, как показано на примере ниже.

Words Chosen to Describe a Flat Design, by Age Group



Список цитированных источников

1. Nunnally, J. R. Psychometric theory – New York: McGraw-Hill, 1978. – 701 p.
2. Tullis T., Albert W. Measuring the User Experience Collection, Analyzing and Presenting Usability Metrics – Morgan Kaufmann, 2013. – 320 p.
3. Brooke, J. SUS: A quick and dirty usability scale. In P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester, & I. L. McClelland (Eds.), Usability evaluation in industry – London: Taylor & Francis, 1996. – 189–194 p.
4. Lewis, J. R. IBM computer usability satisfaction questionnaires – Psychometric evaluation and instructions for use. International Journal of Human-Computer Interaction, #7, 1995. – 57–78 p.
5. Benedek, Joey, and Trish Miner Measuring Desirability: New Methods for Evaluating Desirability in a Usability Lab Setting — Proceedings of UPA 2002 Conference — Orlando, FL, July 8-12, 2002.

УДК 681.5

Минько Н. А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Прокопеня О. Н.

СИНТЕЗ АЛГОРИТМОВ ПЛАНИРОВАНИЯ ТРАЕКТОРИИ МОБИЛЬНОГО РОБОТА

Целью данной работы является создание алгоритма управления движением, обеспечивающего попадание робота в целевую точку под заданным углом так, чтобы пройденный путь был по возможности меньшим.

Известны алгоритмы [1,2], которые обеспечивают попадание робота в целевую точку под заданным углом с требуемой точностью, однако траектория движения при этом является достаточно выпуклой, как показано на рисунке 1.

Очевидно, что робот проходит значительно больший путь, чем расстояние между начальной и конечной точками траектории. Соответственно, возрастает время перемещения и расход энергии.

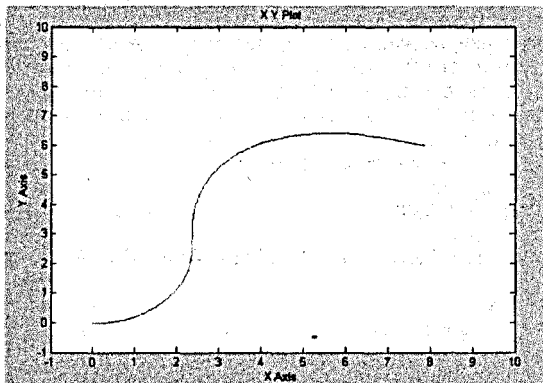


Рисунок 1 – Моделирование траектории движения Робота

Кратчайшим расстоянием между точками является длина соединяющего их отрезка прямой. Однако при движении по данной прямой робот не попадет в конечную точку под требуемым углом. Для разворота на заданный угол робот некоторое время должен двигаться по окружности, на которой лежит целевая точка. При этом вектор конечной скорости должен лежать на касательной к окружности, как показано на рисунке 2. Для минимизации пройденного пути окружность должна иметь минимальный радиус, соответствующий максимальному углу поворота колес. Очевидно, на начальном этапе робот также должен двигаться по дуге окружности, пока его ось не совпадет с касательной к окружностям. Таким образом, минимальная по длине траектория включает в себя дугу AC , отрезок касательной CD и дугу DB .

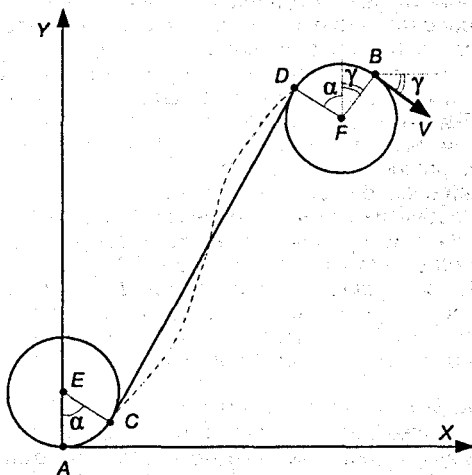


Рисунок 2 – Геометрия траектории минимальной длины

Данная траектория не может быть реализована на практике с абсолютной точностью из-за инерционности привода поворота колес. Так, участки AC и DB будут представлять собой кривые с изменяющимся радиусом кривизны, поэтому точки C и D не будут находиться на окружности минимального радиуса. Участок CD также может отличаться от прямой линии, как показано пунктиром на рисунке 2.

Для того чтобы уменьшить влияние инерционности электропривода на точность попадания в целевую точку, можно применить следующую стратегию управления. Разворот (по возможности быстрый) в сторону целевой точки до совпадения продольной оси робота с касательной к окружности с центром в точке F . Движение по касательной до точки касания с окружностью и быстрый разворот колес для движения по окружности к целевой точке B .

Угол между касательной к окружности и осью робота

$$\beta = \arctg \frac{y_F}{x_F} + \arcsin \frac{\rho}{l_F} \quad (1)$$

где y_F и x_F – координаты центра окружности, ρ – радиус окружности, l_F – расстояние до центра окружности.

Координаты центра окружности

$$x_F = x_B + \rho \cdot \sin \gamma \quad (2)$$

$$y_F = y_B - \rho \cdot \cos \gamma$$

где x_B и y_B – координаты целевой точки, γ – угол поворота оси робота в целевой точке.

Расстояние до целевой точки

$$l_F = \sqrt{x_F^2 + y_F^2} \quad (3)$$

Таким образом, поворот робота осуществляется до выполнения равенства (1). При этом управление движением робота может осуществляться либо в неподвижной системе координат, либо в системе координат, связанной с роботом. В последнем случае поворот осуществляется до выполнения условия $\beta=0$. Это же условие выдерживается при движении по касательной к окружности, что гарантирует попадание в точку касания D .

Чтобы компенсировать влияние инерционности привода поворота колес на участке DB , можно начать поворот колес с упреждением (на некотором расстоянии от точки D) или использовать при расчете значение ρ больше минимального. Указанные значения должны быть предварительно подобраны в процессе настройки. Можно также использовать для управления на данном участке траектории известный алгоритм [1,2], который для движения по окружности дает хороший результат.

В целом данный способ управления обеспечивают попадание робота в целевую точку под заданным углом с требуемой точностью по траектории минимальной длины с учетом ограничения на угол поворота колес (в статике). Реальная точность попадания в заданную точку и форма траектории будут зависеть от динамических характеристик приводов. Для оценки качества отработки траектории и настройки регуляторов с целью обеспечения заданного качества необходима динамическая модель робота, построение которой является задачей последующего этапа данной работы.

Список цитированных источников

1. Управление движением мобильных роботов / О.Н. Прокопеня, В.В. Халитов, К.А. Козлович // Инновационные технологии, автоматизация и мехатроника в машино- и приборостроении: материалы II международной научно-практической конференции; Минск, 13–14 марта 2013 г. – Минск: Бизнесофсет, 2013. – С. 29–30.
2. THE PROBLEMOF MOBILEROBOTSMOUMENT CONTROL / Р. Штеттер, О.Н. Прокопеня, К.А. Козлович // Новые технологии и материалы, автоматизация производства: материалы международной научно-технической конференции; Брест, 29–30 октября 2014 г. / БрГТУ – Брест, 2014. – С. 4–6.