

M&MS 2023, 19-20 October, Kharkiv, UKRAINE



VII International Conference
**MANUFACTURING
&
MECHATRONIC
SYSTEMS**

УДК: 005:004.896:62-65:338.3

Виробництво & Мехатронні Системи 2023: матеріали VII-ої Міжнародної конференції, Харків, 19-20 жовтня 2023 р.: тези доповідей / [редкол. І.Ш. Невлюдов (відповідальний редактор)].-Харків: [електронний друк], 2023 - 163с.

У збірник включені тези доповідей, які присвячені сучасним тенденціям розвитку технологій та засобів виробництва та мехатронних систем, передовому досвіду та впровадженню їх в галузях систем промислової автоматизації та керування виробництвом; системній інженерії; CAD/CAM/CAE системах; мехатроніці (електро-механічних системах, електронних інструментах систем керування, механічних CAD системах); робототехніці та засобах інтелектуалізації; MEMS (сучасних матеріалів та технологіях виготовлення MEMS) та компонентах і технологіях автоматизації видобутку, переробки та транспортування нафти та газу.

Редакційна колегія: І.Ш. Невлюдов, В.В. Євсєєв.

Manufacturing & Mechatronic Systems 2023: Proceedings of VIIst International Conference, Kharkiv, October 19-20, 2023: Theses of Reports / [Ed. I.Sh. Nevlyudov (chief editor).] .- Kharkiv .: [electronic version], 2023. - 163 p.

The collection includes the theses of reports on modern trends in the development of technologies and means of production and mechatronic systems, top experience and implementation of them in fields of: industrial automation and production management systems; systems engineering; CAD/CAM/CAE systems; mechatronics (electrical and mechanical systems, electronic control tools, mechanical CAD systems); robotics and intellectual tools; MEMS (modern materials and manufacturing technologies MEMS) and components and technologies for the automation of oil, gas and oil extraction, processing and transportation.

Editorial board: Igor.Sh. Nevlyudov, Vladyslav.V. Yevsieiev

© Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій,
автоматизації та робототехніки (KITAP),
ХНУРЕ,2023

Міністерство освіти і науки України (МОНУ)
Харківський національний університет радіоелектроніки (ХНУРЕ)
Варшавський університет сільського господарства (WULS - SGGW)
Азербайджанський державний університет нафти і промисловості
Національний університет «Львівська політехніка»
Festo Didactic Україна
Jabil Circuit Ukraine Limited
ТОВ «Науково-виробниче підприємство «УКРІНТЕХ»»
Факультет автоматики і комп'ютеризованих технологій (АКТ)
Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР),
Державне підприємство «Науково-дослідний технологічний інститут приладобудування»
Державне підприємство «Південний державний проектно-конструкторський та науково-дослідний інститут авіаційної промисловості»

МАТЕРІАЛИ

VII-ої Міжнародної Конференції
ВИРОБНИЦТВО
&
МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ 2023
(19-20 жовтня 2023)
Харків, Україна



ОРГАНІЗАТОРИ



Міністерство
освіти і науки
України

Міністерство освіти і науки України (МОНУ)
The Ministry of Education and Science of Ukraine



NURE
Kharkiv National University
of Radioelectronics

Харківський національний університет
радіоелектроніки (ХНУРЕ)

Kharkiv National University of Radioelectronics



**WARSAW UNIVERSITY
OF LIFE SCIENCES
- SGGW**

Варшавський університет сільського
господарства (WULS - SGGW)

Warsaw University of Life Sciences WULS - SGGW



Азербайджанський державний університет
нафти і промисловості

Azerbaijan State Oil and Industry University



Festo Didactic Україна

Festo Didactic Ukraine



ТОВ «Науково-виробниче підприємство
«УКРІНТЕХ»»

Research and Production Enterprise
"UKRINTECH" Ltd



Національний університет «Львівська
політехніка»

National University Lviv Polytechnic

Державне підприємство «Харківський науково-
дослідний інститут технології машинобудуван-
ня», м. Харків, Україна

State Enterprise «Kharkiv Scientific-Research
Institute of Mechanical Engineering Technology»,
Kharkiv, Ukraine



Державне підприємство «Південний державний
проектно-конструкторський та науково-
дослідний інститут авіаційної промисловості»,
м. Харків, Україна

State Enterprise «National Design & Research
Institute of Aerospace Industries», Kharkiv,
Ukraine



Jabil Circuit Ukraine Limited

КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

МІЖНАРОДНИЙ ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

- Ігор Шакирович Невлюдов** голова комітету конференції, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР), Харківського національного університету радіоелектроніки, Україна
- Олександр Іванович Филипенко** заступник голови комітету конференції, доктор технічних наук, професор, декан факультету Автоматики і комп'ютеризованих технологій (АКТ), Харківського національного університету радіоелектроніки, Україна.
- Мурад Анвер огли Омаров** доктор технічних наук, професор, проректор з міжнародного співробітництва, Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна
- Владислав В'ячеславович Євсєєв** секретар, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (КІТАР), Харківського національного університету радіоелектроніки, Україна.
- Andrzej Chochowski** доктор технічних наук, професор Варшавського університету сільського господарства (WULS - SGGW), Польща
- Pawel Obstawski** доктор технічних наук, професор Варшавського університету сільського господарства (WULS - SGGW), Польща.
- Сергій Богомолів** лектор/доцент, доктор філософії (комп'ютерні науки), Дослідницька школа комп'ютерних наук, Коледж інженерії та комп'ютерних наук, Австралійський національний університет, Австралія.
- Микола Васильович Замірець** доктор технічних наук, професор, директор Державного підприємства Науково-дослідного технологічного інституту приладобудування, Україна
- Михайло Васильович Лобур** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри систем автоматизованого проектування Національного університету «Львівська політехніка», Україна.
- Євген Сергійович Риженко** керівник відділу дидактики ДП «Фесто», Україна
- Сергій Володимирович Демченко** директор ТОВ «Науково-виробничого підприємства «УКРІНТЕХ»», Україна.

- Самед Імамалі огли Юсіфов** кандидат технічних наук, доцент, декан факультету інформаційних технологій та управління, Азербайджанський державний університет нафти і промисловості, Азербайджан.
- Фарід Гаджі огли Агаєв** кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри управління та системної інженерії, Азербайджанський державний університет нафти і промисловості, Азербайджан.
- Віктор Васильович Косенко** доктор технічних наук, доцент, директор Державного підприємства «Харківського науково-дослідного інституту технології машинобудування», Україна.
- Володимир Вікторович Козирський** доктор технічних наук, професор, директор Навчально-наукового інституту енергетики, автоматики та енергозбереження, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.
- Віталій Пилипович Лисенко** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматики та робототехнічних систем ім. акад. І.І. Мартиненка, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.
- Юрій Францевич Зіньковський** доктор технічних наук, професор кафедри радіоконструювання і виробництва радіоапаратури, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна.
- Володимир Митрофанович Свищ** доктор технічних наук, професор, радник директора Державного науково-виробничого підприємства «Об'єднання Комунар», Україна.
- Віталій Євгенович Овчаренко** доктор технічних наук, професор, заступник директора з наукової роботи Державного підприємства «Науково-дослідний технологічний інститут приладобудування», Україна.
- Лариса Сергіївна Глоба** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інформаційно-комунікаційних мереж, Інститут телекомунікаційних систем Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна.
- Анатолій Олександрович Андрусевич** доктор технічних наук, професор, начальник Криворізького коледжу Національного авіаційного університету, Україна.
- Роман Володимирович Артюх** кандидат технічних наук, директор Державного підприємства «Південний державний проектно-конструкторський інститут авіаційної промисловості», Україна.

- Glen Kurtwitz** генеральний менеджер Titan Machinery Limited, Шотландія.
- Liu Shan** генеральний менеджер Titan Machinery Limited, Китай.
- Володимир Андрійович Павлиш** кандидат технічних наук, професор, перший проректор Національного університету «Львівська політехніка», Україна
- Сергій Іванович Осадчий** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматизації виробничих процесів, Центральноукраїнський національний технічний університет, м.Кропивницький, Україна.
- Анатолій Афанасійович Єфіменко** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри електронних засобів та інформаційно-комп'ютерних технологій, Одеський національний політехнічний університет, Україна
- Анатолій Петрович Ладанюк** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматизації та інтелектуальних систем, Національний університет харчових технологій, Україна.
- Володимир Михайлович Решетюк** кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматики та робототехнічних систем ім. акад. І.І. Мартиненка, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

- Олександр Михайлович Цимбал** заступник голови конференції з організаційних питань, доктор технічних наук, професор комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (KITAP), Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.
- Сергій Павлович Новоселов** кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (KITAP), Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.
- Євген Анатолійович Разумов-Фризюк** кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (KITAP), Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.
- Наталія Павлівна Демська** кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та робототехніки (KITAP), Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна.

Особливості розробки автономного малогабаритного робота

Дмитро Проценко

1. Department of Computer-Integrated Technologies, Automation and Robotics (CITAR),
Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine,
Nauky Ave. 14, Kharkiv, 61166., email: dmytro.protsenko@nure.ua

Анотація: У даній роботі розглядається особливості та нюанси розробки автономного малогабаритного робота. Для досягнення поставленої задачі була розроблена схема малогабаритного робота на базі Arduino Uno R3, використання ультразвукових датчиків HC-SR04 для орієнтування у просторі та моторів – редукторів для руху. Програмне забезпечення розроблено з використанням мови програмування C++ та оптимізовано для взаємодії з ультразвуковими датчиками. Також були проведені тести на виявлення недоліків системи та їх виправлення для кращої роботи системи.

Ключові слова: Робот, Розробка, Особливості, Автономний, Ультразвуковий датчик HC-SR04, Програмне забезпечення, Енергоефективність, Arduino IDE, Мотор - редуктор.

I. ВСТУП

Розробка малогабаритних роботів є актуальною і важливою з багатьох вагомих причин. Перш за все, мобільність: малогабаритні роботи можуть легко переміщатися в обмежених просторах, де великі роботи не могли б дістатися. Це особливо важливо в медицині для внутрішніх досліджень та операцій, а також в пошукових і рятувальних операціях у складних умовах..

Другий фактор – ефективність. Малогабаритні роботи можуть виконувати завдання більш ефективно завдяки своїй компактності і маневреності. Наприклад, вони можуть бути використані для автоматизації виробництва, де простір обмежений, або для збору інформації на важкодоступних місцях, таких як трубопроводи або вентиляційні системи.

Третім фактором є нові можливості. Малогабаритні роботи відкривають нові можливості в таких областях, як дослідження космосу, вивчення океану, дослідження підземелля та багато інших. Вони можуть досліджувати небезпечні середовища, де не можуть перебувати люди.

II. РОЗРОБКА МАЛОГАБАРИТНОГО РОБОТА

У цьому розділі ми побудуємо простого малогабаритного робота. Для цього за основу використовуємо Arduino Uno R3, макетну плату для з'єднання, для руху - мотори – редуктори та електричні приводи L293D. Для орієнтування у просторі використаємо ультразвукові датчики HC-SR04 (Рисунок 1).

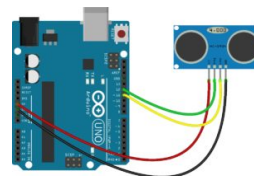


Рисунок 1 – Ультразвуковий датчик HC-SR04

Для збору схеми робота використовуємо Autocad Tinkercad. На Рисунок 2 зображена схема підключення робота.

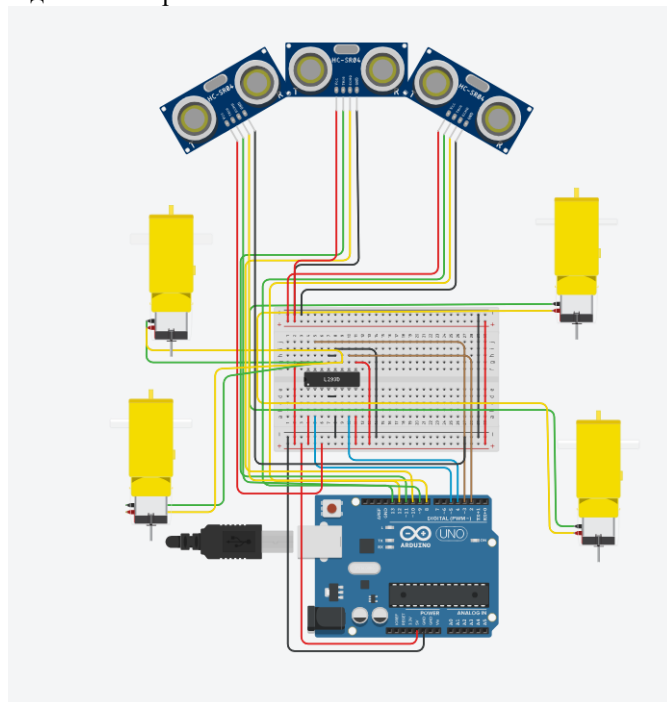


Рисунок 2 – Схема підключення

Робот буде їхати прямо, але при вияві перешкоди перед собою буде її об'їздити доступним способом: якщо перешкода прямо, робот перевіре наявність перешкод по боках. Якщо перешкода ліворуч, робот обігне її праворуч, якщо перешкода праворуч – обігне ліворуч.

Мовою програмування, для розробки програмного забезпечення робота, було обрано C++ через високу продуктивність і сумісність із обраним мікроконтролером.

Код для Arduino:

```
//Підключаємо модулі у піни за необхідним номером
int intPin5 = 5;
int intPin4 = 4;
int intPin3 = 3;
int intPin2 = 2;
int trigPin 13 = 13;
```

```

int echoPin12 = 12;
int trigPin11 = 11;
int echoPin10 = 10;
int trigPin9 = 9;
int echoPin8 = 8;
//Створюємо змінні для збереження інформації щодо
дистанції від датчиків до об'єкту
long duration_center, cm_center;
long duration_left, cm_left;
long duration_right, cm_right;
//Ініціалізація портів
void setup() {
  pinMode(intPin5, OUTPUT);
  pinMode(intPin4, OUTPUT);
  pinMode(intPin3, OUTPUT);
  pinMode(intPin2, OUTPUT);
  pinMode(trigPin13, OUTPUT);
  pinMode(echoPin12, INPUT);
  pinMode(trigPin11, OUTPUT);
  pinMode(echoPin10, INPUT);
  pinMode(trigPin9, OUTPUT);
  pinMode(echoPin8, INPUT);
}
//Створюємо цикл
void loop() {
//Прописуємо роботу ультразвукових датчиків та
вимірюємо відстань до перешкоди
//Правий датчик
digitalWrite(trigPin13, LOW);
delayMicroseconds(5);
digitalWrite(trigPin13, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin13, LOW);
pinMode(echoPin12, INPUT);
duration_right = pulseIn(echoPin12, HIGH);
cm_right = (duration_right/2)/29.1 ;
//Центральний датчик
digitalWrite(trigPin11, LOW);
delayMicroseconds(5);
digitalWrite(trigPin11, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin11, LOW);
pinMode(echoPin10, INPUT);
duration_center = pulseIn(echoPin10, HIGH);
cm_center = (duration_center/2)/29.1 ;
//Лівий датчик
digitalWrite(trigPin9, LOW);
delayMicroseconds(5);
digitalWrite(trigPin9, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin9, LOW);
pinMode(echoPin8, INPUT);
duration_left = pulseIn(echoPin8, HIGH);
cm_left = (duration_left/2)/29.1 ;
//Прописуємо алгоритм для об'їзду перешкод
if (cm_right < 80) {
  digitalWrite(intPin5, HIGH);
  digitalWrite(intPin4, LOW);
  digitalWrite(intPin3, LOW);
  digitalWrite(intPin2, HIGH);
  delay(5000);
  digitalWrite(intPin5, HIGH);
  digitalWrite(intPin4, LOW);
}
else if(cm_center < 80) {
  digitalWrite(intPin5, HIGH);
  digitalWrite(intPin4, LOW);
  digitalWrite(intPin3, LOW);
  digitalWrite(intPin2, HIGH);
  delay(5000);
  digitalWrite(intPin5, HIGH);
  digitalWrite(intPin4, LOW);
  digitalWrite(intPin3, HIGH);
  digitalWrite(intPin2, LOW);
  delay(5000);
  digitalWrite(intPin5, LOW);
  digitalWrite(intPin4, HIGH);
  digitalWrite(intPin3, HIGH);
  digitalWrite(intPin2, LOW);
  delay(5000);
}
else if(cm_left < 80) {
  digitalWrite(intPin5, LOW);
  digitalWrite(intPin4, HIGH);
  digitalWrite(intPin3, HIGH);
  digitalWrite(intPin2, LOW);
  delay(5000);
  digitalWrite(intPin5, HIGH);
  digitalWrite(intPin4, LOW);
  digitalWrite(intPin3, HIGH);
  digitalWrite(intPin2, LOW);
  delay(5000);
  digitalWrite(intPin5, HIGH);
  digitalWrite(intPin4, LOW);
  digitalWrite(intPin3, LOW);
  digitalWrite(intPin2, HIGH);
  delay(5000);
}
else{
  digitalWrite(intPin5, HIGH);
  digitalWrite(intPin4, LOW);
  digitalWrite(intPin3, HIGH);
  digitalWrite(intPin2, LOW);
}
}
}

```

III. ТЕСТУВАННЯ, ВИЯВЛЕННЯ НЕДОЛІКІВ ТА ЇХ РІШЕННЯ

Для оцінки роботи, були проведені тести системи на енергоефективність.

Під час дослідів було виявлено проблему з автономністю. Це пов'язано із роботою датчиків ультразвуку, які весь час працюють. Для покращення автономності переробимо схему робота.

Замість чотирьох моторів – редукторів використаємо два і додатково поставим ролик. Три ультразвукові датчики замінимо на комбінацію

одного датчика та сервопривіда. Таким чином, один датчик буде аналізувати всі напрями так само, як і комбінація з трьох.

Завдяки цьому нам вдалося продовжити час роботи, та звільнити порти на мікроконтролері, куди можна під'єднати додаткові датчики для покращення функціоналу робота

VII. ВИСНОВКИ

Під час дослідів, було виявлено проблему автономності, пов'язану з великою кількістю модулів. Ми знайшли альтернативний варіант будови робота, який збільшив час роботи системи, при якій функціонал робота не погіршився. Таким чином можна зробити висновок, що для збільшення автономності робота, треба шукати альтернативні варіанти будови схеми, та оптимізувати код для максимальної ефективності.

Підбиваючи підсумки ми покращили автономні параметри робота з можливою модернізацією самої системи для її вдосконалення.

Отримані результати відіграють важливу роль у подальшому розвитку мобільних роботів у різних галузях.

REFERENCES

- [1] Boya-Lara, C., Saavedra, D., Fehrenbach, A. et al. Development of a course based on BEAM robots to enhance STEM learning in electrical, electronic, and mechanical domains. *Int J Educ Technol High Educ* 19, 7 (2022). <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00311-9>.
- [2] Cox, A. M. (2021). Exploring the impact of artificial intelligence and robots on higher education through literature-based design fictions. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18(1), 1–19. <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00237-8>.
- [3] Attar, H., & et al.. (2022). Zoomorphic Mobile Robot Development for Vertical Movement Based on the Geometrical Family Caterpillar. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022, Article ID 3046116, <https://doi.org/10.1155/2022/3046116>.
- [4] Nevliudov, I., Yevsieiev, V., Maksymova, S., Demska, N., Kolesnyk, K., & Miliutina, O. (2022, September). Object Recognition for a Humanoid Robot Based on a Microcontroller. In 2022 IEEE XVIII International Conference on the Perspective Technologies and Methods in MEMS Design (MEMSTECH) PP. 61-64. DOI: 10.1109/MEMSTECH55132.2022.10002906
- [5] Невлюдов І. Ш., Андрусевич А. О., Євсєєв В. В., Новоселов С. П., Демська Н. П. Проектування мобільних маніпуляційних роботів: Монографія. – Х. :, 2022. – 427 с.
- [6] A Small-Scale Manipulation Robot a Laboratory Layout Development / Yevsieiev V., Starodubcev N., Maksymova S., Stetsenko K. // *International independent scientific journal*, №47, 2023. P.18-28
- [7] Yevsieiev, V. ., Maksymova, S. ., & Starodubcev, N. . (2022). A ROBOTIC PROSTHETIC A CONTROL SYSTEM AND A STRUCTURAL DIAGRAM DEVELOPMENT. *Collection of Scientific Papers «ΛΟΓΟΣ»*, (August 12, 2022; Zurich, Switzerland), 113–114. <https://doi.org/10.36074/logos-12.08.2022.33>
- [8] Attar, H., & et al.. (2022). Control System Development and Implementation of a CNC Laser Engraver for Environmental Use with Remote Imaging. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022, Article ID 9140156, <https://doi.org/10.1155/2022/9140156>.
- [9] Nevliudov, I., & et al.. (2020). Method of Algorithms for Cyber-Physical Production Systems Functioning Synthesis. *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*, 8(10), 7465-7473
- [10] Nevliudov, I., & et al.. (2021). GUI Elements and Windows Form Formalization Parameters and Events Method to Automate the Process of Additive CyberDesign CPPS Development. *Advances in Dynamical Systems and Applications*, 16(2), 441-455.
- [11] Nevliudov, I., & et al.. (2021). Development of a cyber design modeling declarative Language for cyber physical production systems, *J. Math. Comput. Sci.*, 11(1), 520-542.
- [12] Розробка 3D-моделі зооморфного мобільного робота для вертикальних переміщень по металевим поверхням / І. Ш. Невлюдов, В. В. Євсєєв, Н. П. Демська, В. О. Руденко // *Наука і техніка сьогодні*. – 2022. – № 4(4). – С.163-174.
- [13] Nevliudov I. Modernization of the work control system by the PUMA-560 manipulator / I. Nevliudov, V. Yevsieiev, N.Demka, Y. Valkivskyi // «Новітні технології»: журнал. № 2(12) 2021. – С. 7–15
- [14] Yevsieiev V. (2023) Development of a program for modeling the control of a mobile manipulation robot in the unity environment / Yevsieiev V., Starodubcev N. // *Scientific Collection «InterConf»*, (141), P. 331-334.
- [15] AutodeskTinkercad. Електронний ресурс]. – URL: <https://www.tinkercad.com/> (дата звернення 20.10.2023)
- [16] H Hariiri, Y Bernard and A Razek. (2014). A traveling wave piezoelectric beam robot. *Smart Mater. Struct.* 23 025013. DOI 10.1088/0964-1726/23/2/025013
- [17] Carman Neustaedter, Gina Venolia, Jason Procyk, Daniel Hawkins.(2016). In *Proceedings of the 19th ACM Conference on Computer-Supported Cooperative Work & Social Computing* February 2016, Pages 418–431. <https://doi.org/10.1145/2818048.2819922>