

WiFi сүлжээ ашиглан хэрэглэгчийн байршил тогтоох ухаалаг утасны программ

Төмөрболдын Золбоо

Мэдээлэл, Холбооны Технологийн Сургууль
Шинжлэх Ухаан, Технологийн Их Сургууль
Улаанбаатар, Монгол Улс
Цахим шуудан: tumurboldzolboo@gmail.com

Доржгочоогийн Сарангэрэл

Мэдээлэл, Холбооны Технологийн Сургууль
Шинжлэх Ухаан, Технологийн Их Сургууль
Улаанбаатар, Монгол Улс
Цахим шуудан: saran@must.edu.mn

Удиртгал—Томоохон барилга байгууламж дотор ухаалаг гар утасны байршил тогтоох нь орчин үед анхаарал татсан чухал асуудлын нэг болоод байна. Учир нь байшин барилга дотор нарийвчилсан байршил эсвэл тасралтгүй бүртгэл шаарддаг байршилд суурилсан үйлчилгээ болон программын тоо ихсэхийн хирээр бүхий л салбарт ашиглах хэрэглээ өндөр байна.

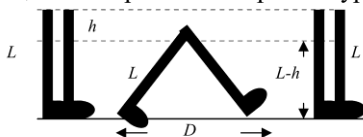
Бид барилга дотор ухаалаг гар утастай хэрэглэгчийн байршилыг тогтоох шинэ алгоритм санал болгон дэвшүүлж байна. Энэ алгоритм нь хүний оролцоогүйгээр WiFi сигналын зураглал үүсгэж, түүнийгээ ашиглан хэрэглэгч дэлхийн хаана ч байсан дурын барилга дотор байршлаа тогтоох боломж олгодог давуу талтай.

Түлхүүр үгс—WiFi фингерпринт, ухаалаг утас, байршил тогтоолт, гар утасны программ

I. ОРШИЛ

Явган Хүний Явсан Зам Тооцоолох арга болон WiFi фингерпринтинг арга нь барилга дотор орчинд байршил тогтооход хамгийн өргөн ашиглагддаг аргууд юм.

Явган Хүний Явсан Зам Тооцоолох арга нь мэдэгдэж буй эхлэлийн цэгт тулгуурлан дараагийн байршлуудыг алхалтын урт болон чиглэлд тулгуурлан тооцоолдог. Явсан зайг тодорхойлох шийдэл нь алхмын тоог тоолж, алхмын уртыг баримжаалж олдог. Цагаар индексэлсэн хурдатгал хэмжигч сенсорын утга $a_i \in A$ болон алхаа илэрсэн цаг $t_i \in T$ -ийг цуглуулна. Энд i нь алхмын индекс юм. Ухаалаг утасны хурдатгал хэмжигч сенсорын утга нь хурдатгалд тулгуурлан шилжилтийг тооцоход хангалтгүй байдаг. Энэ асуудлыг шийдэхийн тулд, алхмын уртыг [1]-д санал болгосон аргыг ашигладаг. Энд босоо тэнхлэгийн дагуу хүч нь алхмын урттай харилцан хамааралтай гэж үзсэн. Зураг 1-г үз.



Зураг 1. Хүний өндөр болон алхааны уртын хамаарал

Босоо хүч нь алхам илэрсэн интервалын одоогийн алхмын хурдатгал хэмжилтийн орой болон өмнөх

алхмын хөндий хоёр ялгаа Δa_i юм. Үүнийг дараах томъёогоор тооцно.

$$\Delta a_i = \max A_i - \min A_i \quad (1)$$

үүнд $A_i = a_{i-1} \dots a_i$

i дугаар алхмын урт s_i босоо хүчдэлийн дагуу дараах томъёогоор тооцогдоно [1]:

$$s_i = \begin{cases} \beta \sqrt{\Delta a_i} + \gamma, & \text{for } \Delta a_i < \Delta a_\tau \\ \beta \log(\Delta a_i) + \gamma, & \text{for } \Delta a_i \geq \Delta a_\tau \end{cases} \quad (2)$$

Жишээлбэл, $\Delta a_\tau = 3.230 \text{ m/s}^2$, β болон γ параметрууд нь дөрөв язгуурт $\beta = 1.479$ болон $\gamma = -1.259$, логарифмд $\beta = 1.131$ болон $\gamma = 0.159$ байна.

WiFi фингерпринтинг арга нь одоо байгаа WiFi дэд бүтэц болон ухаалаг гар утсанд бэлэн байгаа WiFi интерфэйсийг ашиглаж байршил тогтоодог.

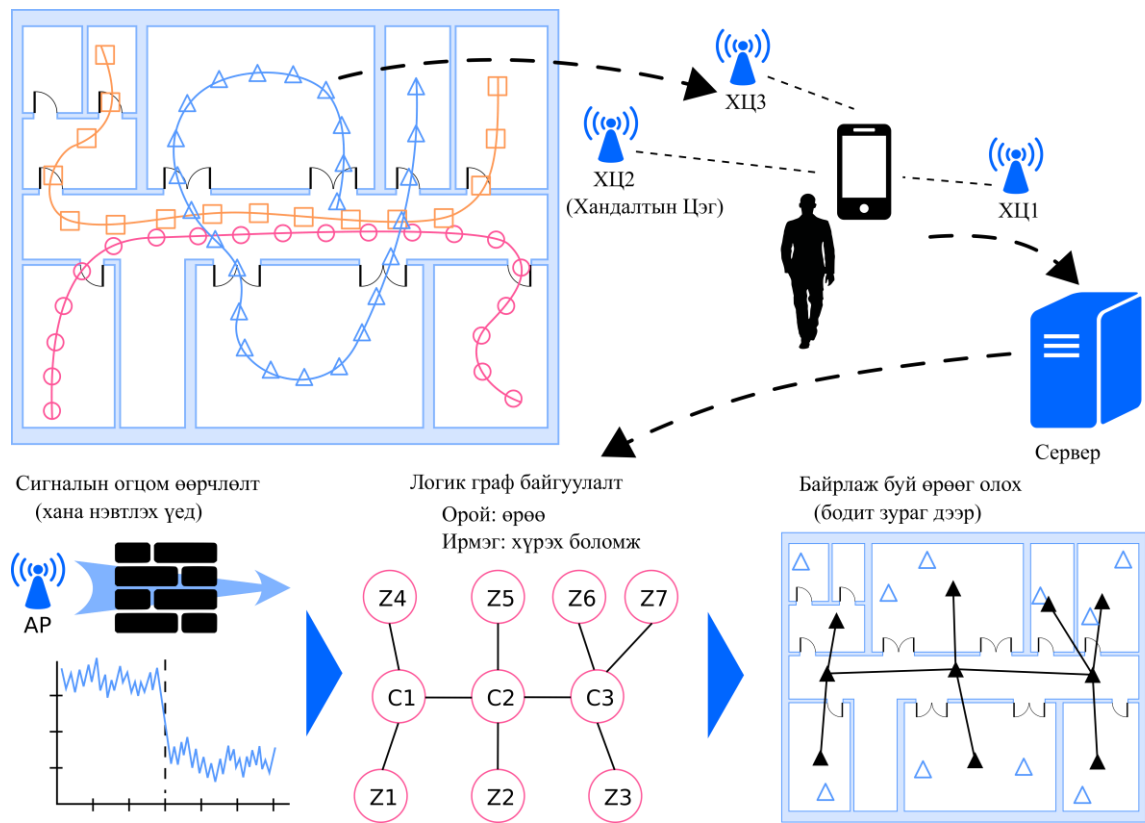
Одоо байгаа системүүд нь эдгээр аргуудыг хосоор нь [2], [3], [4] болон дангаар нь [1], [5] ашиглаж байна.

Явган Хүний Явсан Зам Тооцоолох арга нь дор хаяж нэг байршил мэдэгдэж байхыг шаарддаг, WiFi фингерпринтэд тулгуурласан арга нь давхрын план зураг эсвэл WiFi Хандалтын Цэгийн байршилыг хэрэглэдэг. Давхрын план зураг эсвэл Хандалтын Цэгийн байршилыг цуглуулах нь өргөн хүрээний байршил тогтоох системийн хувьд хүн хүч, цаг хугацаа их шаардсан ажил болдог.

Иймээс бид ухаалаг гар утасны байршилыг хаана ч тогтоож болох шинэлэг системийг загварчилж, ЗЕЛок гэж нэрлэсэн (ямар ч зардалгүйгээр байршил тогтоох гэсэн утгатай). Энэ ЗЕЛок нь WiFi фингерпринтинг болон GPS аргуудыг хослуулан ашигладаг.

II. ХОЛБООТОЙ АЖЛУУД

Zee [3] болон [4] нь саадыг тооцохын тулд ханануудын нарийвчилсан байршил, хэмжээ гэх мэт барилгын дэлгэрэнгүй бүтцийн мэдээллийг шаарддаг. HiMLoc [2] нь шинэ барилгын хувьд шат, цахилгаан шат, гарах хаалганы байршил, давхруудын өндөр гэх мэт тодорхой үзүүлэлтүүдийг шаарддаг. Zee [3], [4]



Зураг 2. Ухаалаг гар утастай хэрэглэгчийн байршил тогтоох үйл ажиллагааны дараалал

болон [2]-ын аль аль нь хэн нэгэн барилгын мэдээллийг оруулах хүртэл тухайн барилга дотор байршил тогтоох боломжгүй юм. Энэ нь нэвтрүүлэлтийг төвөгтэй болгодог.

Хэрэглэгч зөвхөн мэдээлэл нь серверт хадгалагдаж байгаа буюу мэдэгдэж буй барилгуудад л байршил тогтоох боломжтой.

III. СИСТЕМ ИЙН АРХИТЕКТУР

Энэ хэсэгт бид хүн явж лавлах цэгүүдийг урьдчилан бүртгэх Байршлын Судалгаа болон Геометрийн харгалзуулалт зэрэг процесс ашиглалгүйгээр WiFi сигнал болон акселерометрийг ашиглан хэрэглэгчийн байршилыг тогтоох алхмуудыг үзүүлнэ. Эдгээр процесс нь зардал ихтэй тул бид аль болох зайлсхийхийг зорьсон.

Ухаалаг утастай хэрэглэгч барилга дотор явах үед ЗЕЛок нь программын арын хэсэгт сервис байдлаар орчныхоо WiFi фингерпринтүүдийг цуглуулна. Хэрвээ хэрэглэгчийн утас интернэтэд холбоотой бол цуглуулсан өгөгдлөө сервер лүү илгээнэ. WiFi сигнал нь барилгын ханыг нэвтрэх үед огцом сарнидаг учир сервер нь энэ чанарыг ашиглан хэрэглэгчдээс ирсэн фингерпринтүүдийг kNN (Хамгийн ойр K хөршийн арга) алгоритм ашиглан хийсвэр өрөөнүүдэд ангилж хуваана. Ангилсны үр дүнд барилгын давхрын логик зураглалыг үүсгэнэ. Ингэснээр ухаалаг гар утастай хэрэглэгчийн байршилыг тогтоох боломжтой болно. Зураг 2-г үз.

A. Зэргэлдээ фингерпринтүүдийг тодорхойлох нь

Тухайн барилгад n Хандалтын Цэг байгаа гэж үзвэл WiFi сигналын фингерпринт f -ийг дараах байдлаар дүрсэлж болно.

$$f = \{s_1, s_2, \dots, s_n\} \quad (3)$$

үүнд s_i нь i дугаар Хандалтын Цэгийн хүлээж авсан сигналын түвшин юм.

f, f' хоёр фингерпринтийн ялгааг (эвклидийн зай) дараах томъёогоор олж болно [5]:

$$\phi(f, f') = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\omega(s_i) - \omega(s'_i))^2} \quad (4)$$

$$\text{үүнд } I \text{ нь ил } \omega(s_i) = \sum_{j=1}^n I(s_i - s_j > 0)(s_i - s_j) \quad (5)$$

(6) томъёог \dots нь дараа kNN алгоритм ашиглан зэргэлдээх фингерпринтүүдийг олно. Хэрвээ бид хэрэглэгчийн одоогийн байршил дахь фингерпринтийг f_u гэж тэмдэглэвэл ойролцоох фингерпринтүүдийн цуглуулга F_u нь дараах байдлаар томъёологдоно:

$$F_u = \{f \mid APs(f) \cap APs(f_u) \neq \emptyset\} \quad (6)$$

$$APs(f) = \{i \mid s_i > 0, s_i \in f\} \quad (7)$$

B. Хийсвэр өрөө үүсгэх нь

Фингерпринтүүд нь хүлээж авсан сигналын түвшнийхээ зөрүүгээр ялгаатай хийсвэр өрөөнүүдэд хуваагдана. Хийсвэр өрөө нь хамгийн их төсөөтэй фингерпринтүүдээс бүрдэнэ. Хэрвээ

$$\phi(f, f') < \epsilon \quad (8)$$

үнэн бол f, f' нь нэг ижил хийсвэр өрөөнд харьяалагдана гэсэн үг юм. ϵ нь ялгаатай өрөөг илэрхийлэх босго утга юм.

Хийсвэр өрөөнүүдийг өгөгдлийн тандалтын аргуудаар үүсгэж, кластерийн шинжилгээ ба ангиллын арга ашиглан ангилсан.

C. Давхрын логик зураглал үүсгэх нь

Хэрэглэгчээс авах өгөгдөл нь m фингерпринт $F=[f_1, f_2, \dots, f_m]$ болон тэдгээрийг хэмжсэн хугацаа $T=[t_1, t_2, \dots, t_m]$ хоёрын нийлэмж $U=<F, T>$ байна. Фингерпринтийг хэмжсэн хугацааны зөрүүг ашиглан хэрэглэгчийн явсан замыг тодорхойлж, түүн дээр үндэслэн хоорондоо холбогдсон логик өрөөнүүдийг олж болно.

D. Байршил тогтоох нь

Хэрэглэгчийн одоогийн байршил дах фингерпринтийг логик өрөөнүүдийн фингерпринтүүдтэй томьёо 8-н дагуу харьцуулж аль өрөөнд байрлаж байгааг олно.

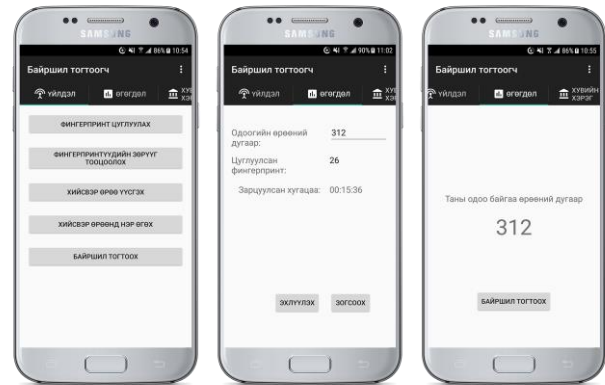
IV. ТУРШИЛТЫН ҮР ДҮН

Хөгжүүлсэн ухаалаг гар утасны программаа ашиглан МХТС-ийн анги танхимуудаар явж WiFi фингерпринтүүд болон сенсрын утгуудыг цуглуулсан. SQLite ашиглан цуглуулсан өгөгдлөө хадгалсан. Хандалтын цэгийг MAC хаяг, нэр гэсэн атрибутаар, фингерпринтийг хандалтын цэгийн MAC хаяг болон сигналын түвшний олонлог болон хэмжилт хийсэн огноо цаг гэсэн атрибутаар хадгалсан.

Хийсвэр өрөө үүсгэхийн тулд цуглуулсан өгөгдөл дээрээ урьдчилсан боловсруулалт хийж, томьёо 4 дагуу зэргэлдээх фингерпринтүүдийн хоорондын ялгааг тооцоолж олсон. Боловсруулсан өгөгдөл дээрээ кластер анализын арга ашиглан ялгаатай өрөөг илэрхийлэх босго утга ϵ -г олж хийсвэр өрөөнүүд үүсгэсэн.

Бидний хөгжүүлсэн ухаалаг гар утасны программын дэлгэцийн зургийг Зураг 3-аас харна уу.

1) Нэгдүгээр үндсэн дэлгэц дээр 5 үндсэн үйлдлийг хийх товч байрлана. Фингерпринт цуглуулах товч дээр дарж туршилтын өгөгдлөө цуглуулна. Фингерпринтүүдийн зөрүүг тооцоолох товч дээр дарж цуглуулсан фингерпринтүүдийнхээ ялгааг олно. Хийсвэр өрөө үүсгэх товч дээр дарж хийсвэр өрөөнүүд үүсгэнэ. Хийсвэр өрөөнд нэр өгөх товч дээр дарж хийсвэр өрөөнүүдэд харгалзах бодит өрөөний хаалганы дугаарыг өгнө. Байршил тогтоох товч дээр дарж байгаа өрөөнийхөө дугаарыг олно.



Зураг 3. WiFi сүлжээ ашиглан хэрэглэгчийн байршил тогтоох ухаалаг гар утасны программын дэлгэцийн агшин

2) Хоёрдугаар дэлгэцэнд Өгөгдөл цуглуулах цонх байрлана. Дэлгэцийн Эхлүүлэх товч дээр дарж өгөгдлөө цуглуулж эхэлнэ. Зогсоох товч дээр дарж өгөгдөл цуглуулалтаа зогсооно. Дэлгэц дээр өгөгдөл цуглуулж байгаа хугацаа болон цуглуулсан фингерпринтийн дугаарыг харуулна.

3) Гуравдугаар дэлгэцэнд хэрэглэгч Байршил тогтоох товч дээр дарж өөрийн байршил буюу байрлаж байгаа өрөөнийхөө дугаарыг олно.

ДҮГНЭЛТ

Бид өгөгдөл цуглуулж, туршилт хийхийн тулд Андроид үйлдлийн систем дээр ажилладаг ухаалаг гар утасны программыг хөгжүүлсэн.

Бидний санал болгож байгаа ЗЕЛок систем нь барилгын ямар ч мэдээллийг шаарддаггүй бөгөөд давхрын план зургийг энгийн хэрэглэгчдээс цуглуулсан их өгөгдөл дээр тулгуурлан байгуулна. Нэвтрүүлэлтийн дараа уг системийг дэлхийн хаана ч шууд ашиглах боломжтой болсноороо [3], [4] болон [2] зэрэг бусад аргуудаас ялгарах давуу талтай. Нэвтрүүлэлт болон хэрэглээний зардал огт гарахгүй. Хэрэглэгч ямар ч барилга дотор байршлаа тогтоох боломжтой.

АШИГЛАСАН НОМ

- [1] Wonho Kang and Youngnam Han, SmartPDR: Smartphone-Based Pedestrian Dead Reckoning for Indoor Localization, Proc. IEEE Sensors Journal, vol. 15, no. 5, pp. 2906-2916, May. 2015.
- [2] Valentin Radu and Mahesh K. Marina, HiMLoc: Indoor Smartphone Localization via Activity Aware Pedestrian Dead Reckoning with Selective Crowdsourced WiFi Fingerprinting, 2013 International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation, pp. Oct. 2013.
- [3] Anshul Rai, Krishna Kant Chintalapudi, Venkata N. Padmanabhan, Rijurekha Sen, Zee: Zero-Eort Crowdsourcing for Indoor Localization, MobiCom'12, pp. 1-12, Aug. 2012.
- [4] Zhuoling Xiao, Hongkai Wen, Andrew Markham, and Niki Trigoni, Robust Indoor Positioning with Lifelong Learning, IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 2015, pp. 0733-8716.
- [5] Chenshu Wu, Zheng Yang, Yunhao Liu, and Wei Xi, WILL: Wireless Indoor Localization without Site Survey, Proc. IEEE TRANSACTIONS ON PARALLEL AND DISTRIBUTED SYSTEMS, VOL. 24, NO. 4, pp. 839-848, Apr. 2013.