

拡張現実技術を用いたハザードマップの可視化

13T0215B 君塚 遼
指導教員：丸山 喜久

1. 研究背景と目的

2011 年 3 月 11 日東北地方太平洋沖地震では地震動による被害だけでなく、その際の津波により東北地方を中心に太平洋側沿岸で甚大な被害が発生した。防潮堤などのハード面での防災対策は最低限必要であるが、想定以上の災害には対応ができず限界がある。

そうした状況から、ハード面での防災だけに頼らない防災訓練や災害情報伝達などのソフト面での防災が近年では注目されている。その中の防災施策のひとつとして「ハザードマップ」が挙げられる。ソフト面での防災が有効に活用されるには、住民が十分にその内容を理解することが肝要である。しかし現状は、ハザードマップを認識していない人も多い。

2015 年 9 月関東・東北豪雨で茨城県常総市の鬼怒川の堤防が決壊した際に発生した洪水では、実際の浸水状況がハザードマップで予想された浸水範囲とほぼ一致し想定通りになったが、避難の遅れ等により多くの住民が孤立し、約 4500 人が救助された¹⁾。中央大学河川・水文研究室が災害後の 2015 年 11 月に茨城県常総市で実施したヒアリング調査²⁾の回答によると、災害発生時に約 94%の住人がハザードマップを見ず、約 61%の住人がハザードマップを知らない見たことがないとした。大半の住民が自宅の浸水状況を把握していなかったとされている。また、実際に自宅が浸水被害にあった人の中で自宅が浸水する前に「浸水すると思った」と回答した住民は約 17%と少なく、その中で「ハザードマップで浸水する可能性がある地域となっていた」から「浸水すると思った」と回答した住民は 0%であった。それと比べて、浸水の経験やテレビの堤防決壊の映像や直前の自宅周辺の様子を実際に見て浸水すると思った住人はそれぞれ 15%以上と多かった。

これらは住民のハザードマップの認知度不足の現れでもあるが、ハザードマップの理解のしやすさの問題についても検討する必要があると考える。現状のハザードマップから得た情報からでは実際の自然災害が想像しにくく活用されないことも多い。このことはハード面での防災だけに頼ることのできないような規模の自然災害の際にはとくに問題である。そのため実際の自然災害が想像でき避難行動に直結するようなハザードマップの新しい形を模索することが必要と考えた。

そこで、本研究ではハザードマップに示される災害

の危険性を拡張現実という技術を使って可視化し、現状のハザードマップの実際の自然災害が想像しにくいといった問題を改善することを目的とする。

2. 拡張現実表示の構築

拡張現実とは、AR (Augmented Reality) と呼ばれ現実空間に何らかの情報を重ねて付加する技術である。本研究では、位置情報と 6 軸センサを基準として情報を付加する「ロケーションベース型 AR」を使用した。AR を構築するため、文献³⁾を参考にした。拡張現実表示を構築するには、現実世界の位置と端末の位置の関係を把握する必要があり、世界座標系と端末のカメラ座標系のずれを考える。X、Y、Z 軸上のずれ(回転)をそれぞれYaw: α , Pitch: β , Roll: γ として、加速度ベクトル $G(G_x, G_y, G_z)$ 、地磁気ベクトルを $B(B_x, B_y, B_z)$ とすると次の式(1.1),(1.2),(1.3)ようになる。

$$\alpha = \arctan2\left(-\frac{1}{\|B\|\|G\|^2}\{B_z(G_x^2 - G_y^2) - B_x G_z G_x - B_y G_z G_y\}, \frac{1}{\|B\|\|G\|}(B_x G_y - B_y G_x)\right) \quad (1.1)$$

$$\beta = \arcsin\left(\frac{G_z}{\|G\|}\right) \quad (1.2)$$

$$\gamma = \arctan2\left(-\frac{G_x}{\|G\|}, \frac{G_y}{\|G\|}\right) \quad (1.3)$$

また、端末のスクリーン上で実際に対応している対象物に合わせた位置を算出する。カメラから距離(ϵ)離れた位置に仮想スクリーンがあると想定し、端末から対象へ向く方位の差(θ)と対象物の高さ h と端末の高さの差(h)を用いて、Pitch と Roll が 0° のとき、カメラ座標系における仮想スクリーン上の位置座標(x, y, z)は次の式(2)ようになる。

$$(x, y, z) = \left(\epsilon \tan \theta, \epsilon, \frac{\epsilon h}{d \cos \theta}\right) \quad (2)$$

Pitch: β , Roll: γ を考慮すると、カメラ座標系における仮想スクリーン上の位置座標(x', y', z')は次の式(3)ようになる。

$$(x', y', z') = \left(x \cos(-\gamma) + \frac{\epsilon \{y \sin(-\beta) + z \cos(-\beta)\} \sin(-\gamma)}{y \cos(-\beta) - z \sin(-\beta)}, \epsilon, -x \sin(-\gamma) + \frac{\epsilon \{y \sin(-\beta) + z \cos(-\beta)\} \cos(-\gamma)}{y \cos(-\beta) - z \sin(-\beta)}\right) \quad (3)$$

3. 拡張現実を用いたアプリケーションの作成
 地磁気センサ、加速度センサ、位置情報の値を取得し端末の位置及び向いている方向について計算を行い、現実の空間に情報を表示させるためのプログラムを2.で算出した値を用いて構築した。次に端末で動作させるためのカメラプレビューの動作や情報表示用のオーバーレイを作成した。

```
double distance = deviceLocation.distanceTo(targetLocation);
double height = targetLocation.getAltitude()-deviceLocation.getAltitude();

double cameraYaw = cameraOrientation.Yaw;
double targetYaw = Math.atan2(
    targetLocation.getLongitude()-deviceLocation.getLongitude(),
    targetLocation.getLatitude()-deviceLocation.getLatitude()
);
double theta = targetYaw - cameraYaw;

x = EPSILON*Math.tan(theta);
z = (EPSILON*height)/(distance*Math.cos(theta));

double cameraPitch = -cameraOrientation.Pitch;
double y_ = Math.cos(-cameraPitch)*EPSILON + Math.sin(-cameraPitch)*z;
double z_ = -Math.sin(-cameraPitch)*EPSILON + Math.cos(-cameraPitch)*z;
double z__ = (EPSILON / y_) * z_;

double cameraRoll = cameraOrientation.Roll;
double x_ = Math.cos(-cameraRoll)*x + Math.sin(-cameraRoll)*z_;
double z__ = -Math.sin(-cameraRoll)*x + Math.cos(-cameraRoll)*z_;
```

図-1 画面上の表示位置を算出するプログラム (一部)

4. データ入力および動作検証

本研究で対象とした地域は木更津市の木更津駅西側のエリアとした。本研究で使用したデータは、平成23年度に実施された津波浸水想定調査の結果を基に作成された「木更津市津波ハザードマップ」⁴⁾であり、避難所情報のデータに関しては木更津市ホームページ⁴⁾を参考にした。今回はデータの量を減らすため変則の格子状として、色分けされていた浸水深のデータは格子状にした後、色面積の大きいものを選択した。なお、格子の大きさは約100m~200mの範囲である。その結果を図-2に示した。また、実際に現地で動作をさせたときの画面の記録を図-3~5に示した。

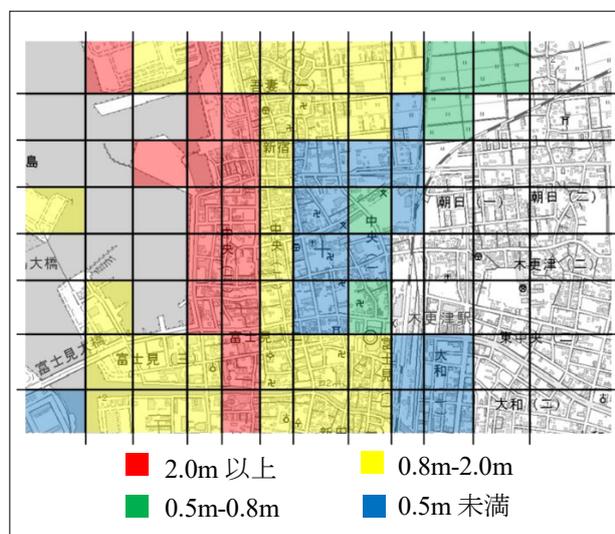


図-2 対象地域の津波浸水深



図-3 動作検証の画面記録(1)



図-4 動作検証の画面記録(2)



図-5 動作検証の画面記録(3)

5. まとめ

本研究では、ハザードマップの理解のしやすさの問題を改善し災害時の早期の避難行動を促すため、拡張現実によるハザードマップの可視化を行った。今後は、他の災害情報を扱うことや3Dグラフィックを導入するなどを考えており、災害のイメージが容易にできるような表示方法や表示すべきデータをさらに検討していく必要があると考える。

参考文献

- 1) 茨城県災害対策本部 発表資料より
<https://www.pref.ibaraki.jp/1saigai/201509/documents/201509241001.pdf>
- 2) 茨城県常総市で実施したヒアリング調査の結果
 中央大学河川・水文研究室 <https://hydrlab-chuo.jimdo.com/>
- 3) 郷田まり子, 宅間俊志, 近藤昭雄(2011), ジオモバイルプログラミング, ワークスコーポレーション
- 4) 木更津市 <http://www.city.kisarazu.lg.jp/12,21969,28,415.html>