

タブレット端末での地震波動伝播シミュレーション Simulation of the seismic wave propagation on the tablet computer

江本 賢太郎^{1*}
EMOTO, Kentaro^{1*}

¹ 東北大学大学院理学研究科

¹ Graduate School of Science, Tohoku Univ.

近年、スマートフォンやタブレット端末が広く普及してきた。それらの端末で使用されている CPU 性能やメモリ容量も高性能化しており、数年前の PC に匹敵する性能を持つものもある。つまり、簡単な数値計算であればモバイル端末でも行うことが可能である。また、気軽に起動させて直感的に操作するという面においては、タブレット端末の方が PC よりも優れている。本研究では、タブレット端末上での数値計算の可能性を探るとともに、手軽に地震波動伝播をシミュレーションすることのできるアプリケーションを作成することを目的とする。複雑で専門性の高い数値計算は PC で行うべきであり、ここではタブレット端末の利点である手軽さを追求する。本研究では、iPad Air をターゲットとして開発を行う。

地震波動伝播シミュレーションは 2 次元で行う。弾性体の運動方程式をスタッガードグリッドで差分化する。計算を簡単にするため、精度は空間・時間ともに 2 次とする。ここでは、地表の表現として空気層を考え、地中は 3 層構造とする。空間刻みは上下・水平ともに 200m とし、グリッド数は水平方向 512 個、深さ方向 384 個とした。つまりシミュレーション領域は水平方向 102km、深さ方向 77km である。時間刻みは 10ms とした。ユーザの待ち時間をなくするため、計算終了後に動画を作成して波動伝播の様子を表示するのではなく、差分計算と同時に波動場のスナップショットを描画する。ここでは、20 ステップごと (0.2s) ごとに波動場を描画する。波動場は勾配と回転を計算して、P 波と S 波の振幅を分離して表示させる。この時、ピクセルごとに値を指定して描画すると処理が間に合わないため、波動場の画像を作成してそれを表示させる。波動場と共に、任意の観測点での波形表示を更新する。直感的な操作の一つとして、層境界、震源位置、観測点位置を指で自由に変更できるようにする。層境界は 10 個の点を動かすことによって規定する。それぞれの層の速度は固定だが、境界を自由に動かすことにより、さまざまな状況における地震波動伝播シミュレーションを行うことが可能である。また、より高度なシミュレーションとして、それぞれの層の速度にランダムなゆらぎを与えることが可能である。ここでも直感的な操作を重視し、与えるゆらぎの空間スペクトルの形状を指で自由に変更できるようにすることで、任意のサイズのゆらぎを与えることが可能である。

水平方向、鉛直方向のサイズをともに 2 倍 (面積 4 倍) にしてもメモリ容量に問題はない。しかし、10 秒間の地震波伝播シミュレーションの計算・描画をするのに、従来は約 40 秒かかっていたが、2 分 45 秒かかるようになった。波動場の描画は 0.2s 更新であるため、10 秒のシミュレーションでは 50 回更新される。つまり、広くした領域では描画の間隔が 1 秒以上空くことになる。軽快な動作が求められるタブレット端末では遅すぎることになる。たとえば、描画を 0.1s (10 ステップ) 更新にすれば描画間の時間は短くなるが、描画する負荷もあるため、単純に半分の時間間隔で描画が進むことにわならない。このとき、波動場の進み具合も小さくなり、軽快にシミュレーションが進んでいるようには感じられなくなる。また、波動場の画像サイズが大きくても描画の負荷が大きくなり、動作が遅く感じられるようになる。このとき、画像の細かさよりも、画像全体のサイズの影響の方が大きい。

iPad で 2 次元地震波伝播をシミュレーションすることは十分可能であり、直感的でインタラクティブな操作ができるため、専門家以外の人へ地震波動伝播の様子を伝えるのに役立つことができる。

キーワード: モバイル端末, アプリ, 地震波伝播シミュレーション, iOS
Keywords: mobile application, seismic wave propagation, simulation, iOS