

G-rated Grid Game: G3 ~Grid の付加価値としてのグリッドゲーム(グリゲー)ゲームで遊ぶことが科学計算の一部を担う仕組みの開発

1. 背景と目的

近年, Grid をキーワードとして, ネットワークを利用した様々なサービスやシステムが開発されている. これらは従来のクライアント・サーバ型のインターネットの利用から一歩進んだ概念・技術をもち, 広域ネットワークにまたがって存在する各種リソース(計算資源, ストレージ資源, 人的資源, サービス群, データ群など)を統合して, ユビキタスにバーチャルなコミュニティを作ることを基盤としている. 社会的にもグリッドという言葉が認知されつつあり, 大きなムーブメントを引き起こしている.

本プロジェクトは, 家庭用PCなど個人レベルの計算リソースを含む Grid 環境を対象としている. PC は年々, 高性能, 高機能化され, 普及率も高く, 計算リソースとして無制限に利用できる膨大なリソース群と捉えられており, それらを取り込むため, Grid MP 等のミドルウェアの開発やセルコンピューティングといった商品など, PC Grid の技術, サービスが開発されている. これまでに, 個人レベルの計算リソース提供者が参加する大規模なプロジェクトとして Folding@HOME, SETI@HOME 等が実現されている. 家庭用 PC 等の個人レベルの計算リソースも含めた計算環境でその規模の拡大を考えた場合, 個人ユーザに対し, 保有している PC を提供することへのインセンティブを与えることが重要な鍵となる. 個人レベルのプロジェクト参加者の開拓戦略として, SETI@HOME のような宇宙人探し等の魅力的でインパクトのあるチャレンジの公開, あるいは, 提供リソースによって得られる計算能力を様々な分野の顧客に提供し, サービスによって得られた利益に応じて計算リソースの提供者に利益を還元するといった仕組みが考えられる. 前者については, 実際の多くの大規模計算の中で一般人が見て直感的におもしろいと感じるものは少なく, 特殊な例であるといえる. また, 後者のように利益還元をベースとしてプロジェクト参加者を募る場合, 計算リソースの規模拡大に比例した利益が得られるとは限らず, PC を提供したことによる収入をインセンティブにつなげることは困難であると考えられる.

本プロジェクトでは, Grid Computing で計算リソースに課す負荷をサービスでラッピングし, 計算リソースを提供しているユーザには大規模科学計算の一部を担ってもらう一方で当該サービスを提供するといった仕組みを有する Grid 環境の構築を目的とする. この仕組みにより, プロジェクトに賛同しボランティアで参加するリソース群, 利益還元を期待するリソース群に加えて, リソースを提供する代わりに得られるサービス志向のリソース群を獲得し, より大規模な計算プロジェクトを実行できる環境の実現を期待する.

2. 開発の内容

図1に「G-rated Grid Game: G3」が動作している Grid Computing 上での大規模計算の実行の概念図を示す. 本システムの構築に関しては, 拠点サーバで必要となる, 依頼された問題の問題空間(解空間)の2次元平面への変換プログラム, プロジェクト参加者のPC(計算ノードとなるクライアント)で必要となる, 課された計算の実行, 問題空間をもとにしたゲームマップの生成プログラム, 及びそのマップを外部データとして取り組むゲームの一例の開発を行った.

本プロジェクトでは, 実問題として, たんぱく質の立体構造予測問題をエネルギー最小化問題として最適化アルゴリズムで解く問題を採用した. 原子間の回転角(2面角)よりその構造のエネルギー値を計算するが, たんぱく質の場合, 複数の2面角を有するため, エネルギー値が最小となる2面角の組み合わせを求めるととなり, N次元の問題空間となる. このN次元問題空間の2次元平面化, さらにゲームマップの生成を実装した. この際, 生成されるゲームマップが「それっぽい」ものとなるように腐心した.

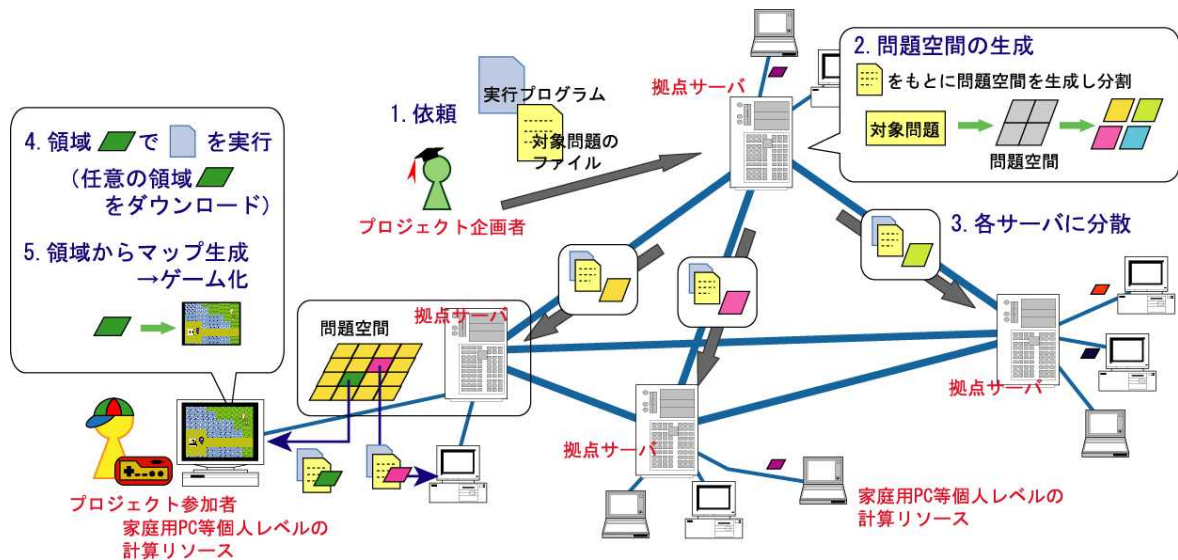


図1 「G-rated Grid Game : G3」が動作している Grid Computing の概念図

(1) 拠点サーバの開発

G³では、拠点サーバと計算ノードとなるクライアントで構成される Grid 環境を想定している。拠点サーバでは、依頼された問題から問題空間（解空間）を把握し、2次元平面へ変換する仕組みを開発するとともに、領域分割し各計算ノードへの振り分けを行う。

(2) クライアント（計算ノード）の開発

各クライアントは、接続している拠点サーバから実行プログラム、対象問題ファイル並びに担当する領域問題をダウンロードし、この領域内での最良解を求める計算を行う。クライアント上では、計算プロジェクトのプロセスとは独立してゲームのプログラムが実行される。ゲームと計算プロジェクトのプロセス間の同期については、ソケット通信により実装し、ユーザのゲーム上でのアクションに対する応答や提供するゲームの元データとなる乱数列やマップの生成に活用する。以下のステップに沿ってクライアントの開発を行った。

- ・ユーザのアクションと解探索の同期を実装
- ・解空間をマップとして利用するゲームと解探索の同期を実装

● ゲームマップの生成方法

1. 2次元の問題空間の生成
対象問題(23次元) 23個の2面角のたんぱく質
解は2面角の組み合わせ ⇒ 構造(エネルギー)

N次元を2次元に変換するマッピング [T.Collins2000]

あるルールに従って各解を配置

各点が1つの解に相当

2次元空間全体 = 問題空間

● ゲームマップの生成方法

2. 2次元におとした問題空間
マップを生成

各点が1つの解を示す
エネルギー値は2面角の組から計算

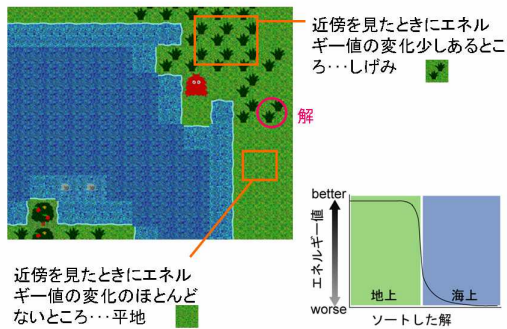
各点に対してどんなマップの小片を割り当てるか？
エネルギー値との対応

...
-240.3	-263.5	-249.6
-260.1	-259.9	-255.0
-190.1	-244.8	-251.4
-188.7	-226.4	-247.1

2次元マップ

図2 ゲームマップの生成方法

● ゲームマップの生成方法(実際)



● ゲームマップの生成方法(実際)

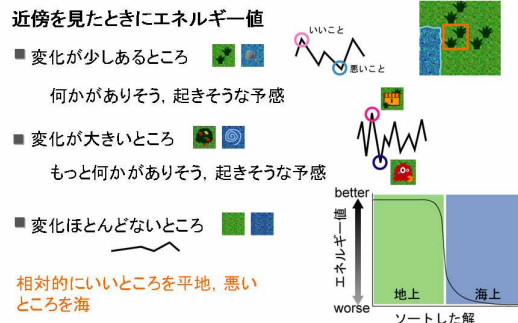


図3 ゲームマップの生成方法

● マップ上でのキャラの動作と計算の同期

たんぱく質のエネルギー計算: C++, Fortran
ゲーム: Java

画面に表示されているところは既に計算を終えている
ユーザの入力に対して新たに表示される部分を計算

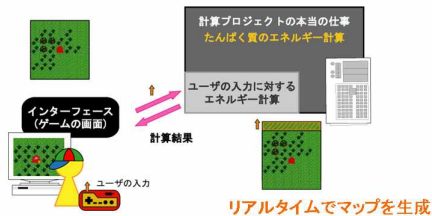


図4 マップ上でのキャラの動作と計算の同期

3. 従来の技術(または機能)との相違

SETI@HOME のように宇宙人探しといった一般向けするチャレンジなどユーザの参加意欲を喚起するようなプロジェクトの場合、一般のユーザを集めることに苦労することはない。しかしながら、実際には、重要ではあるが地味で人目を惹くことができないような問題、また可視化できず人間の直感に訴えることができないような複雑な問題は多く存在する。また、近年、PC は低年齢層にも普及し、より幅広い年齢層の参加者を獲得するには、知的好奇心に訴えるだけでは不十分であり、子供にとっても身近なもの、わかりやすいものを前面に出したシステムが必要であると思われる。本プロジェクトで提案するシステムは、Grid Computing で計算リソースに課す負荷をサービスでラッピングし、計算リソースを提供しているユーザがサービスを受けることが計算プロジェクトに参加するシステムである。従来、Grid に計算リソースを提供するユーザは、大規模な計算プロジェクト等、当該テーマに関心のある一部のユーザのみに限定されてきた。これに対し、本プロジェクトでは、Grid に参加することで計算リソースの提供中にゲームを楽しむことができるなど、一般のユーザの関心を惹く付加価値サービスを提示することができた。

本プロジェクトの成果は、ゲームとしての完成度は高くないものの、Grid 本来の目的である計算プロジェクトと連携してゲームコンテンツを提供できるなど、魅力的なサービスへと発展させる可能性を提示できた異議は大きいと考える。

4. 期待される効果

従来, Grid 計算はプロジェクトに賛同するといったボランティアで参加する計算リソース群, あるいは利益志向の計算リソース群を対象としていた. 提案するシステムでは, 従来のリソース群に加え, 計算リソースを提供することで何か楽しいことができるといったサービス志向で参加する計算リソース群を獲得することで, 大規模な計算プロジェクトが実現可能であり, 個人レベルのプロジェクト企画者であっても大規模な計算環境が得られると期待できる. また, 「Grid につなげた自分のマシンは単なる供給源だけではない」といった計算リソース提供者がもつ Grid に対するイメージを「楽しいサービスを受けると同時に Grid Computing で実行されている重要な科学計算等の一部になっており社会の役に立っている」といった新しいイメージに変えることができるのではないかと考えている.

計算リソースに課す負荷にラッピングするサービスとして「人間の活動のうちで生産性が期待できないと思われる活動(娯楽と片付けられてしまいそうな活動)が社会に役に立ってほしい」というアイデアからゲームを挙げた. プロジェクト自体の魅力といった知的な好奇心に訴える場合, ある程度知識を習得した年齢層が対象となる. 近年, PC は安価なものとなり, 家族用の PC 1 台, 子供用にも PC もう 1 台といった複数の PC を所有する家庭が増えている. 子供にとって身近なものでわかりやすく, 興味を持つようなゲームを Grid 参加のインセンティブとすることは, 低年齢層の Grid 計算プロジェクト参加者を獲得することにもつながり, 非常に有効であると考えている. また, 年々, コンシューマゲーム機器の性能は向上し, 機能の強化が図られている. 将来, ゲームを計算ジョブに付加するフレームワークが整えることができると, コンシューマゲーム機器開発者, ソフト開発者の Grid 参入が期待できる. 本プロジェクトは, 小さな子供が一生懸命遊んでいることが世の中の役に立つことも可能にするような「グリッドゲーム, グリゲーの時代」の到来のきっかけを作ることが理想である.

5. 普及(または活用)の見通し

引き続き G^3 の機能充実を図る. 具体的には, たんぱく質の構造予測関数のマップ化を追加整備する. また, キャラの動作と計算の同期等, 実装が甘い箇所に手を加え, 完成度を高めたい. 今後, ゲーム性を高めるアイデアを追加整備し, G^3 をより魅力的なものへと上げるとともに web 上での公開等, 広く紹介する予定である.

6. 開発者名(所属)

- + 花田良子 同志社大学大学院工学研究科
- + 釘井睦和 同志社大学大学院工学研究科
- + 谷口義樹 同志社大学大学院工学研究科