

森林作業の計測手法の確立

林業機械研究領域 田中□良明

森林作業研究領域 吉田智佳史

□□□□□□□□□□ 勝□

間伐を実行するのに、“必要な費用はどのくらいかかるのか？”。林業機械を導入するに当たって、“投資に見合うだけの能率の改善がなされるのか？”。このような問いに答えるためには、森林で行われる作業内容を実際に計測し、得られたデータに基づいて、作業システムを分析しなければならない。その際に、森林内を走行する林業機械や集材される木材の速度を計測するなど、システムを構成する要素の「動き」を捉えることが重要となる。このため、森林作業の分析はビデオカメラを使って行われる。しかし、ビデオカメラの映像だけでは、「時間」は計測することはできても、機械や木材の「位置」を計測することができない。従来、こうした位置の計測は、現場の地形測量を行った上で、これにより得られる地形図に位置を記入するなど、非常に煩雑な方法で行われていた。この研究では、測量データと、映像から得られるデジタル画像を組み合わせ、森林内で位置計測を行う手法を開発した。

画像による写真測量といえば、2枚以上の画像を利用したステレオ法が知られているが、幾何学的条件を満たせば、1台のカメラの画像であっても3次元の位置計測が可能である。図1に見られるように、測量により得られた測点から森林の地表面をいくつかの空間3角形で近似して、数値地形モデルを作成する。基準点とよばれる、座標のわかっている地点が画像内に写っていれば、最小二乗法を使ってカメラの位置や傾きが算定できる。これにより、画像内で、数値地形モデルで覆われている部分について3次元位置計測が可能になる。すなわち、カメラのレンズ中心と画像上の点を結ぶ空間直線と数値地形モデルの交点として位置が定まる。逆に、カメラの位置や傾きを与えてやれば、森林の映像をシミュレーションできるので、基準点が十分に確保できないような状況でも、数値地形モデル上に機械や木材を配置して、シミュレーション画像とビデオ画像を見比べ、対話的に位置を計測することができる。

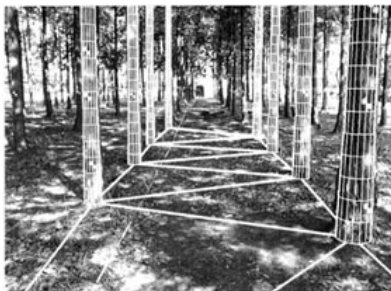


図1. デジタル画像と数値地形モデル
ヒノキ林のデジタル画像に数値地形モデルと立木の形状モデルを合成した。

一方、こうして得られた位置情報をどのように森林作業の分析に結びつけばよいのかという問題がある。森林作業には、多種多様な種類があり、それぞれの作業条件として、位置情報から得られる距離や傾斜といったデータを対応させる手法が必要である。これにはソフトウェア開発にオブジェクト指向プログラミング言語を使用することにより対応した。この言語の特長は、システムをクラスというソフトウェアの部品の集合としてモデル化できることである。この言語を使用して、作業システムを構成する森林、地形、木材、機械といった要素のモデルがコンピュータのメモリに存在し、現実の作業と対応するようにプログラムを構成した。これにより、様々な作業に対して、こうした部品の組替えを行うことで対応することが可能となった。

作成したプログラムでは、分析の目的に応じて各要素の位置と時間の計測を対話的に行えばよい(図2)。プログラムは各要素の位置の変化を時々刻々と記録していく。これにより、これまでの作業分析で必要とされた統計データのみならず、森林作業のグラフィックスによる再生なども可能となった。これらの手法やモデルは森林作業の調査という目的のために開発されたものであるが、今後は、作業システムの制御などに活用できるのではないかと考えている。

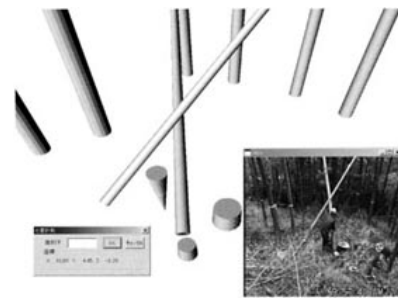


図2. 森林作業計測プログラム
架線集材の荷かけ作業について開始時刻と作業位置を計測している。