

4-1. カメラ調整

実験でのカメラの調整時には、カメラ切替えを行い、各カメラに対して露光時間、ゲインの調整などの設定をおこなったり、ノイズを除去するため、閾値を設定したり、バックグラウンドデータを取得し差し引くなどの操作を行う。調整値はカメラ毎に異なるため、設定値は DB(database)に自動保存することで同じ条件での再設定が可能となる。この後、スクリーンを駆動させることでビームプロファイル画像をモニターすることができる。調整後は、設定値を変えられないようロックをかけることもできる。

4-2. 画像処理

画像の閲覧は、CCD カメラによりリアルタイムで収集している画像をモニターする場合、または、収集後にファイルまたは Shared Memory に記録された画像をモニターする場合があるが、これら画像源の選択ができるようになっている。リアルタイムでの画像収集に関しては、実験時に 5Hz で動作し、スムーズに画像が収集されることを確認している。画像モニターは必要に応じて各種の操作が可能である。ビームプロファイル画像の中心、幅、強度の算出、プロジェクション表示ができ、画像データの統計処理を行う領域の選択できる。また、実際に実験で利用した際、ビームの径が小さくビーム形状がわかりにくい状況もあった。これを克服するため画像の拡大縮小の操作も実装している。

4-3. 同期収集系への画像データの保存

画像データはタグ番号を付加して保存することで同期収集系に取り込む。タグ番号の決定は、カメラサーバーで行っているトリガー信号のカウントのみでは行うことはできない。カウント値からタグ番号を求めるためには、他の BPM データなどのタグ番号との相対関係を求めるために別途オフセット値を決定する必要がある。このため、同期収集系の制御に用いられている他の計算機において DB に保存されているタイムスタンプとタグ番号の関係を利用する^[13]。画像録画開始時にカメラサーバーの割り込み機能を用いて画像入力時のタイムスタンプとカウント値を求める。このタイムスタンプ値を上記 DB のタイムスタンプ値と比較する。タイムスタンプ値の差が同期収集の時間幅(16ms)と比べて十分に小さい時の DB におけるタグ値とカメラサーバーでのカウント値を比較し、差をとることでオフセット値を決定する。この手法は SCSS 試験加速器において動作検証が行われて、安定して運用が行われている。

5. 改良点

SCSS 試験加速器の動作試験において、稀に Camera Link 経由での制御がハングアップによりできなくなる場合があった。この際は手動でカメラの電源でリセットをおこない対処を行った。XFEL/SPring-8 では、装置の規模が大きくこのような手動の電源リセットは不可能である。これに対応するために、XFEL/SPring-8 では、遠隔操作でカメラの電源制御を行うことができるようにした。カメラ電源はカメラ切替え時に立ち上げる予定であり、通信の安定性が確保されることが期待される。

6. まとめ

XFEL/SPring-8 のためのビームプロファイルモニターシステム、特に画像処理に関わる開発を行った。CCD カメラは Camera Link で接続され、カメラサーバーにより画像収集・制御が行われる。本システムでは、システム調整、画像処理、同期収集系への画像の取込みなど多機能を実装することが必要とされるが、開発したシステムを SCSS 試験加速器に実装し以上の機能が問題なく動作をすることを実証した。カメラ通信のハングアップによる安定性の問題はああるが、カメラ電源の遠隔制御により解決できる見込みである。今後は XFEL/SPring-8 におけるビームプロファイルモニターシステムを構築し、2011 年 3 月から開始予定のビームコミッションングに備える。

参考文献

- [1] 新竹積, 他, “X 線自由電子レーザー計画の進展”, 本 Proceedings, WEPL01
- [2] 前坂比呂和, 他, “XFEL/SPring-8 におけるビーム診断システムの建設状況”, 本 Proceedings, WELH06
- [3] 井上忍, 他, “XFEL に向けたスクリーンモニター試作機”, 第 5 回加速器学会年会 Proceedings, pp. 545-547
- [4] 柳田健一, 他, “XFEL 用スクリーンモニタの空間分解能”, 第 6 回加速器学会年会 Proceedings, pp. 448-451
- [5] 井上忍, 他, “X 線自由電子レーザー計画におけるビームモニターシステム制御装置”, 第 6 回加速器学会年会 Proceedings, pp. 313-316
- [6] R. Tanaka, et al., “The first operation of control system at the Spring-8 storage ring”, Proceeding of ICALEPCS'97, Beijing, China, 1997, p. 1
- [7] <http://www.fdsnet.co.jp/?index=products&index2=xmate>
- [8] <http://www.wxpython.org/>
- [9] <http://www.pythonware.com/products/pil/>
- [10] <http://numpy.scipy.org/>
- [11] <http://wxformbuilder.org/>
- [12] 井上忍, 他, “SCSS 試験加速器におけるビームプロファイルモニター”, 第 3 回加速器学会年会 Proceedings, pp. 324-326
- [13] M. Yamaga, et al., “Event-Synchronized Acquisition System for SPring-8 XFEL”, Proceeding of ICALEPCS'2009, Kobe, Japan, 2009